A. hydr.

Kaven

48 ≡ (1 4°

A. hydr. 48 u

VORTRÄGE

ÜBER

INGENIEUR-WISSENSCHAFTEN

AN DER

POLYTECHNISCHEN SCHULE

ZU

HANNOVER.

ABTHEILUNG I.

DER WEGEBAU.

MIT DREI STEINDRUCKTAFELN.

ALS MANUSCRIPT FÜR DIE POLYTECHNIKER GEDRUCKT.

HANNOVER,

IM SELBSTVERLAGE DES VERFASSERS.

1862.

121 H

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS

Schrift und Druck von Fr. Culemann.

Vorbemerkung.

Die vorliegende Zusammenstellung hat den Zweck, die Studirenden der polytechnischen Schule nicht nur mit den Grundzügen des Wegbaus bekannt zu machen, sondern ihnen auch einige Erfahrungsresultate und Vorschriften zu geben, deren Kenntniss den Uebergang in die Praxis und das Hineinfinden in dieselbe erleichtert, zu deren Mittheilung aber die für den Vortrag bestimmte Zeit nicht ausreicht.

Wenn zwar es anfänglich die Absicht war, diesen Abriss erst, nachdem der Inhalt während mehrmaliger Vorträge gesichtet und vervollständigt sein würde, durch den Druck für die Polytechniker, für welche allein er bestimmt ist, zu vervielfältigen, so hat der Verfasser doch, theils im Interesse seiner diesjährigen Zuhörer, theils um im nächsten Cursus mit Hülfe dieser Unterlage einen grösseren Stoff bewältigen zu können, geglaubt, schon jetzt beim erstmaligen Vortrage damit vorgehen zu müssen, mit dem Vorsatze, bei wiederholten Vorträgen Hinzukommendes stets in Form von Supplementen anzuhängen. Die Gründe gegen eine schon jetzt vorzunehmende Vervielfältigung — welche übrigens in der vorliegenden Form aus mehren Ursachen dem gebräuchlichen Ueberdruck vorzuziehen sein dürfte — sind bei ihm durch die Ansicht überwogen, dass einerseits es geboten sei, dem Schüler ermüdendes zusammenhängendes Nachschreiben zu ersparen und es ihm möglich zu machen, während des Vortrags nicht blos zu schreiben — wozu die Mehrzahl bei Disciplinen, welche grösstentheils Positives behandeln, am meisten geneigt ist — sondern auch aufzufassen; andrerseits, damit dem Lehrer Zeit und Gelegenheit bleibe, im Vortrage zwanglos an geeigneten Stellen abzuschweifen und den Schüler zur vergleichenden Kritik anzuregen.

Bei der kurzen Zeit einiger Wochen, welche auf diese Zusammenstellung nur verwendet werden konnte, hat für jetzt der Stoff weder vollständig behandelt, noch genügend systematisch eingetheilt werden können, wesshalb Fachgenossen, denen diese kleine Arbeit, welche keineswegs für die Oeffentlichkeit bestimmt ist und deren Mängel dem Verfasser bekannt sind, etwa in die Hände kommen sollte, solche nachsichtig beurtheilen werden. Den Hauptinhalt derselben bilden, da noch keine Zeit vorhanden war, die reiche Bibliothek der polytechnischen Schule gehörig auszubeuten, vorerst die vortreffliche hannoversche Instruction für den Wegebau und Mittheilungen, welche der Verfasser dem freundlichen Interesse einiger praktischen Wegbautechniker verdankt.

Die angehängten Skizzen genügen für den Zweck, dem Schüler, welcher mit Nutzen die im folgenden Vortrage vorkommenden Capitel vorher durchliest, damit er auf Dasjenige, welches ihm etwa unklar bleibt, beim erläuternden Vortrage am aufmerksamsten sei, das Studium des Textes zu erleichtern, und sie werden nach Erforderniss an der Tafel in grösserem Maassstabe erklärt. Die Fassung hat meistens kurz sein müssen und der Druck gedrängt, um Raum und Kosten zu sparen, indessen wird der Schüler, um die Uebersicht nicht zu verlieren, während des Vortrags die Hauptstellen unterstreichen können. Der breite Rand reicht für etwaige Notizen während des Vortrags.

Sollte die Erfahrung herausstellen, dass durch Mittheilung einer derartigen Unterlage an die Studirenden, nicht ungünstige Resultate erzielt werden, so beabsichtigt der Verfasser, in ähnlicher Weise seine Vorträge über Brückenbau und Eisenbahnbau, vielleicht schon im nächsten Cursus den Polytechnikern mitzutheilen, wenn er die Zeit zur Zusammenstellung dieser allerdings viel umfangreicheren Abtheilungen bis dahin erübrigen kann. Darin werden Erdarbeiten und Sonstiges, was in der Vorlage, um Wiederholungen zu vermeiden, nicht aufgenommen ist, behandelt werden.

Hannover, im Februar 1862.

v. Kaven.

Inhalts-Verzeichniss.

Erster Abschnitt.

A. Einleitung.

Seite

Transportmethoden und deren Vervollkommnung 1
Wichtigkeit der Landstrassen neben den Eisenbahnen 3
Widerstände auf verschiedenen Communicationen 3
Transportkosten und Geschwindigkeiten 4
Vergleichung der Communicationswege 5
Wann noch Strasssen neben Eisenbahnen bestehen können 6
Canäle in Concurrenz mit Eisenbahnen 7
Dergleichen, schiffbare Flüsse 9

B. Beschaffenheit des Terrains im Allgemeinen.

Zur Bezeichnung des Terrains gebrauchte Ausdrücke 9
Classification der Gewässer 11

C. Von den Fuhrwerken.

Einzelne Theile des Fuhrwerks 13
Einfluss des Raddurchmessers auf den Bewegungswiderstand 15
Stabilität der Fuhrwerke 17
Morin's Versuche über den Widerstand der Fuhrwerke 18
Mac Neil's Formel 19
Gordons und Bokelbergs Annahmen 20
Einfluss der Felgenbreite 20
In England und Frankreich zulässige Belastungen 21
Emmery's Ansichten über Felgenbreite und Belastungen 21
Gewicht und Belastung von Fuhrwerken 22
Druck jedes Rades verschiedener Fuhrwerke, nach Bokelberg . . . 23

D. Von den Leistungen der Zugthiere.

Maschek's Kraftformel 25
Zugkraft auf geneigter Ebene 26
Beobachtete Leistungen der Zugthiere auf horizontaler Bahn 27
Discussion der Formel für die Zugkraft 30
Zulässige Steigungen auf kurze Längen 31
Vergleichung der gefundenen Formel mit Erfahrungen. Beispiele 32
Formel für rasche Pferde, Postpferde 34

Seite

Formel für das Bergabfahren 35
Leistung der Pferde auf Gebirgsstrassen 35
Leistung auf Wegen von verschiedener Beschaffenheit 38
Ansichten verschiedener Autoren über zulässige Maximalsteigungen . . 39
Stärke und Arbeit des Esels, Ochsen, Kameels, Elephanten etc. . . 41

Zweiter Abschnitt.

Alignement und Profil der Strassen.

Maassstäbe der Karten und Profile und was diese enthalten müssen . . . 43
Tracirung der Strassenlinien, Alignement und Gradienten 44
Eintheilung der Strassen in Thalstrassen, Hochstrassen und Steigen . 44
Vorzüge und Nachtheile der Thalstrassen 44
Zulässige Umwege gegen die gerade Richtung. 45
Regeln beim Traciren der Thalstrassen in gebirgigem Terrain . . . 45
Desgleichen im flachen Terrain. 47
Ueberschreitung der Thäler 47
Regeln beim Traciren der Hochstrassen 48
Zulässige Umwege nach Umpfenbach 48
Abstecken der Steigen 48
Kleinster Krümmungshalbmesser 49
Abstecken der Curven, welche gerade Linien verbinden 50
Vom Längenprofil und den Gradienten der Strassen 52
Curve des gleichmässig abnehmenden Gefälles 53
Allgemeine Regeln bei der Tracirung. Wasserverhältnisse — Inundationsgebiet — Ausgleichung von Auf- und Abtrag — Verlorene Steigungen 54

Dritter Abschnitt.

I. Querprofile der Strassen.

Fussweg, Sommerweg, Steinbahn, Bankett 56
Breiten verschiedener Strassen 57
Steinbahnbreite; wo der Sommerweg anzulegen und wo wegzulassen . . 59
Zweckmässige Breite verschiedener Chausseen, nach Bokelberg . . 60
Ansichten über Vortheile und Nachtheile der Wölbung der Strassen . . 60
Querschnitt verschiedener Strassen, nach Umpfenbach 62
Provisorische Strassen. 62
Befestigung der Fahrbahn; Römerstrassen 63
Versteinung mit Grundbau oder Packlage 63
Desgleichen, nur mit Steinschlag. Mac Adam. 64
Altes französisches System der Befestigung (1650—1700) 65
Neuere Methode von Trésaguet (1775) 65
Mac Adam's Methode (1820) 65
James Patterson's Methode (1822) 65
Preussische Methode von 1834 66
Steinschlagbahnen — Steinpflaster — Klinkerpflaster — Kies- oder Grandbahnen 67
Wann die eine oder andere Construction zu wählen ist 67

Seite

II. Bau der Strassen.

A. Planum.

Verschiedenartiger Untergrund — Weicher Boden — Moorboden — Sandiges Terrain 69
Abführung des Wassers aus nassem Untergrund 70
Drainirung des Planums — Dimensionen und Wirkung des Drains . . . 70
Ableitung des Wassers von den Böschungen, und Befestigung derselben . . . 71
Futtermauern zum Stützen des Strassendammes 71

B. Befestigung der Strasse.

Verschiedene Arten der Steinbahnen, nach dem Material und der Construction . 72
Allgemeines über Steinbahnen 72
Construction der Steinschlagbahnen 73
Material zu denselben. Stärke der Bahn; Wölbung; Ober- und Unterbau . . 74
I[a]) Steinschlagbahnen mit Steinschlag-Unterbau 75
I[b]) Steinschlagbahnen mit Packlager-Unterbau 76
I[c]) Steinschlagbahnen mit Grand-Unterbau 76
II) Grandbahnen. Brauchbarer Grand. Grösse der Grandkörper. . . . 76
III) Pflasterbahnen von natürlichen Steinen. Material, Stellung der Pflastersteine, Wölbung des Pflasters 77
III[a]) Reihenpflaster 77
Form der Steine — Bordsteine — Gossen — Stellung der Pflastersteine — stark geneigte Strecken — Ausführung des Pflasters 78
III[b]) Reihenschiebepflaster 78
III[c]) Schiebepflaster — Grösse der Kopffläche — Setzen der Steine . . 79
III[d]) Rippenpflaster 79
III[e]) Klinkerpflaster. Qualität der Klinker, Thon zu denselben — Unterbettung — Bordo — Wölbung — Setzen der Klinker — Stromlagen oder Flechtgewebe 79
IV. Kiesbahnen 81

C. Anlage des Sommerweges.

Wo derselbe wegbleiben kann 81
Breite und Höhenlage desselben; Befestigung stark geneigter Sommerwege 82

D. Banketts und Fusswege.

Erhöhte Fusswege; Herstellung; Wasserabfluss bei denselben 82

E. Seitengräben.

Zweck derselben — Breite der Sohle — Gefälle — Befestigung der Böschungen 83

F. Stellwanne.

Breite derselben 84

G. Seitenabfahrten oder Rampen.

Nach Grundstücken — nach Wegen 84

H. Wasserleitungen von einer Seite der Strasse zur andern.

In der Oberfläche der Strassen: Mulden. — Unter der Oberfläche: Brücken und Durchlässe. — In offner Durchschneidung der Bahn: Fähren.
a) Mulden. Befestigung und Construction grösserer Mulden; kleinere Mulden 85

Seite

b) Brücken und Durchlässe. Gewöhnlich beim Chausseebau vorkommende Constructionen — Allgemeine Anordnung — Lage zum höchsten Wasserstand — Breite der Brücken — Lage der Fahrbahnachse — Fundamente Brückenflügel — Hölzerne und massive Brücken — Dauer derselben — Eiserner Oberbau — Ketten- und Drahtbrücken — Kreisförmige — Von Drains — Hölzerne Durchlässe 87

Gewichte verschiedener Materialien pro Cubikfuss. Mobile Last . . . 88

Hölzerne Balkenbrücken ohne und mit Sattelholz — Formel zur Berechnung — Beispiele — Construction und gebräuchliche Dimensionen . 88

Festigkeitscoefficienten für verschiedene Materialien 91

Massive oder gewölbte Brücken — Schlusssteinstärke für Quader — Stärke am Kämpfer — Stärke bei Ueberschüttungen — Stärke für Backsteingewölbe 91

Widerlagerstärke — Zusatz für überschüttete Halbkreisgewölbe — Allgemeine Bemerkungen — Stärke der Pfeiler — Beispiele 91

I. Futter- und Stützmauern.

Ohne Ueberdruck. Empirische Regeln: der hannoverschen Instruction — nach Belidor — Mit Ueberdruck: nach Schwarz — Gekrümmte Mauern — Brückenflügelmauern — Trockenmauern 93

K. Befriedigungen.

Hecken. Geeignete Straucharten — Schluchterwerk — Sonstige Einfriedigungen — Poteaux — Geländer — Hölzerne Befriedigungen — Mauern 94

L. Baumpflanzungen.

Zweck: a) Obstbäume. Geeigneter Boden für verschiedene Baumarten — Stellung der Bäume — Baumgruben — Baumstangen — Beschaffenheit der Pflänzlinge — Zeit des Pflanzens — Vorschriften beim Pflanzen. . . . 95

b) Waldbäume — Wozu pflanzen — Geeigneter Boden — Stellung der Bäume 96

M. Buschpflanzungen.

Zweck. Geeignete Holzarten 96

N. Nummern- und Meilensteine.

Eintheilung der Weglänge — Stellung 97

O. Wegweiser 97

P. Grenzsteine 97

Q. Gebäude 97

R. Barrièren 97

S. Sonstige Anlagen zur Bequemlichkeit der Reisenden 98

T. Anschläge und Ausführung der Wegbauten.

Zweck der Anschläge — Maassstab der Zeichnungen — Praktische Anweisung zum Bau 98

U. Anlage und Unterhaltungskosten verschiedener Chausseen. 99

Vierter Abschnitt.

Von der Unterhaltung der Strassen.

A. Allgemeines.

Procent-Antheile der verschiedenen Ausgaben bei den hannoverschen Chausseen 101

Wesshalb die Unterhaltungskosten sehr verschieden — Beispiele 102

Einfluss der Breite auf die Unterhaltungskosten 103

Seite

Gesichtspunkte bei zu erstrebenden Ersparungen — Vollständigkeit des Neubaues — Bewahrung des fahrbaren Normalzustandes — Eiserner Materialvorrath — Verminderung der Kosten des Materials — Richtige Auswahl desselben — Systeme des Unterhaltungsbetriebes — Unterhaltung gepflasterter Strassen — Technische Leitung und Beaufsichtigung des Unterhaltungsbetriebes — Gesetz vom 4. December 1834 über die höchsten zulässigen Gewichte von Fuhrwerk und Ladung 104

B. Specialitäten über die Ausführung der Unterhaltungs-Arbeiten.

Strassenunterhaltung, schwieriger als Neubau 107

I) Bearbeitung der Oberfläche der Strasse, II) Ergänzung des abgenutzten Steinbahnkörpers, III) Erhaltung der sonstigen technischen Zubehörungen 107

ad I. 1) Reinigung der besteinten Fahrbahn 108

2) Besandung der Pflasterbahnen 108

3) Auslegung von Abweisesteinen 109

4) Planirung und Reinigung der Fuss- und Sommerwege . . 109

5) Ausräumung der Seitengräben 110

6) Allgemeine Herstellung des ursprünglichen Querprofils . . . 110

7) Aufräumung verschneiter Bahnstrecken 110

ad II. Wiederherstellung des abgenutzten Steinbahnkörpers. A. auf Steinschlagbahnen. Art der Zerstörung — Festigkeit der Materialien — Beispiel des Einflusses guter Unterhaltung bezüglich des volkswirthschaftlichen Interesses 111

Neun wichtige Grundsätze für die Unterhaltung der Strassen 112

Rückwirkende Festigkeit und Grösse des Korns von verschiedenem Material 117

B. Wiederherstellung der abgenutzten Pflasterbahnen — Grad der erforlichen Härte und Festigkeit bei Pflastersteinen 118

ad III. Unterhaltung der Zubehörungen der Strasse, Brücken und Durchlässe — Pflanzungen — Meilensteine — Nummersteine — Wegweiser und Gebäude 119

Fünfter Abschnitt.

Das Walzen und die Walzoperation.

Zweck und Nützlichkeit des Walzens — Construction verschiedener Walzen 122

Walzungsverfahren. Walzen des Unter- und Oberbaues — Länge der zu bearbeitenden Strecke — Geschwindigkeit, Belastung und Anzahl Züge der Walze. 124

Walzen des Pflasters 125

Anhang.

I. Notiz über die zulässigen Kosten des Deckmaterials von verschiedener Härte, im verbauten Zustande 129

II. Kostenanschlag über die Anlage von Chausseen nach der hannoverschen Verfügung vom 27. December 1849 134

III. Desgleichen über die Unterhaltung von Chausseen 146

IV. Anderweitiges Formular zu einem Kostenanschlag über den Neubau einer Chaussee 160

Seite

V. Geräthe und Inventarium 166
VI. Tabelle über die Tragkraft des gröberen und feineren Steinschlags verschiedener Gesteinsarten nach Bokelberg's Versuchen . . 168
VII. Tarif für jede volle Weggeld-Hebestelle nach dem Gesetz vom 4. December 1834 169

Notiz. Die auf pag. 50 erwähnte Tabelle zum Curvenabstecken ist nicht mit abgedruckt.

Wegebau.

Erster Abschnitt.

A. Einleitung.

Sobald der Grund und Boden, welchen einzelne Menschen für sich ausbeuten, nicht mehr das liefert, was sie benutzen, sobald sie selbst nicht mehr die Gewerbserzeugnisse, welcher sie bedürfen, schaffen können, tritt ein Bedürfniss nach Austausch ein, welchen herzustellen die Uebertragung der Producte von einem Ort zum andern, also eine gewisse Arbeitsleistung erforderlich ist, die den Werth des Products erhöhen muss, und die wir allgemein Transport nennen. Je lebhafter mit der sich entwickelnden Civilisation das Bedürfniss nach Austausch sich herausstellte, um so grösser wurde das Bedürfniss geeigneter Wege zur Erleichterung des Transports, und um billiger beziehen zu können, denn mit dem geringeren Preis der Waare wächst auch die Nachfrage und erweitert sich ihr Absatzgebiet.

So befinden sich in einem Landstriche grosse Wälder mit Bauholz, im andern fruchtbare Landstriche mit Cerealien, in einem zweiten Bergwerke mit Kohlen, Eisen und sonstigen Bergwerks-Rohproducten, in einem anderen zum Bau geeignete Steine u. dergl., deren Werth so lange latent bleibt, bis man Mittel besitzt, sie von einem Orte zum anderen zu schaffen. In Südamerika verbrennt man grosse Wälder von sehr nutzbaren Bäumen, welche in Europa einen grossen Werth besitzen würden, aber aus den Wäldern nicht transportirt werden können, um dort das Land für leichter zu transportirende Bodenprodukte urbar zu machen, und eine lange Zeit schickte man nur sog. Buenos-Ayres-Häute nach Europa und liess das Ochsenfleisch, weil es zu schwierig und weit zu transportiren war, in grossen Haufen verfaulen.

Es hat sich daher mit dem Fortschritt der Cultur auch das Transportwesen immer mehr entwickelt, sowohl in Bezug auf Schnelligkeit wie auf die auf ein Mal bewegten Massen. Für den Landtransport, welcher uns hier beschäftigt, sehen wir im geschichtl. Laufe der Jahrhunderte, nach einander und als Zeugen eines erstrebten Fortschrittes zum Besseren, für die bewegende Kraft verwendet: zuerst den Menschen, dann das Last- und Zug-Thier, zuletzt seit wenig Jahrzehnten den Dampf in der Locomotive.

Während der Mensch auf der Schulter tragend kaum 25 Pfd. auf die Dauer vorwärts bringt [1]), trägt das Maulthier auf ungebahnten Wegen 3 bis 4 Centner auf

---

1) Mensch nach Maschek 25 Pfd. mit 2,5′ Geschwindigkeit während 8 Stunden tragen, oder auch er wird eben so angestrengt, wenn er während 8 Stunden mit 5 Fuss Geschwindigkeit geht, also 6 Meilen macht. Bei Doppelmärschen machte früher das österreich. Militair 4 Meilen in 8 Stunden, also $3^1/_2$′ Geschwindigkeit und trug 30 Pfd. Bagage, wurde stark dabei angestrengt. — Nach Coulomb trug einer der stärksten Arbeiter 44 Kil. täglich 60000 Fuss weit, also bei etwa 2′ Geschwindigkeit, während 8^h 20′. — Sackträger tragen in England 300 Pfd. Getreide und 250 Pfd. engl. Kohlen. Ein nicht beladener Läufer kann während 8 Stunden mit 8 bis 9 Fuss Geschwindigkeit per Sec. laufen.

seinem Rücken, und während ein Pferd auf einer guten Chaussee auf längere Zeit, 8 bis 10 Stunden, täglich 40—60 Centner mit etwa 3 Fuss Geschwindigkeit bewegt, zieht eine Locomotive einen Kohlenzug von 10000 Centnern mit einer Geschwindigkeit von 5—6 Meilen in einer Stunde, oder 35—42 Fuss in der Secunde; ausserdem haben sich ohngeachtet der grösseren Geschwindigkeit des Transports die Transportpreise erheblich verringert[2]).

Immer wurde für einen Wechsel der bewegenden Kraft auch eine Aenderung der Bahn nothwendig, um der Fortschaffung geringere Hindernisse zu bereiten, und die vollkommneren Bewegungskräfte haben stets eine Verbesserung der Bahn im Gefolge gehabt. Noch heute kann auf den allerschwierigsten Wegen, über Gletschergründe und durch das zerklüftete Gebirge nur der Mensch zur Verwendung kommen, dann folgt weiter das Saumthier, und von einer bestimmten Gränze an das mit Pferden bespannte Fuhrwerk. Auch zeigt sich die auf vielen Gebieten wahrzunehmende Erscheinung, dass die gleichzeitig lebenden Völker der Erde, je nach dem Maasse der Cultur, welche ihnen beiwohnt, eben jene Abstufung der Arbeitstheilung nebeneinander erkennen lassen, welche die civilisirten Nationen im Laufe der Jahrhunderte nacheinander durchgemacht haben. Bei den Einen ist der Mensch noch immer selbst das Lastthier und andere sind wenigstens noch über den lasttragenden Vierfüssler nicht hinausgekommen. Während wir durch den Telegraphen von der Entfernung fast unabhängig geworden, benutzen die uncivilisirten Völker noch Läufer zu eiligen Mittheilungen, und beim Bau der ägyptischen Eisenbahn konnten die Engländer die Eingebornen nicht an den Gebrauch der Karre gewöhnen, sondern liessen sie die Erde zum Bahnbau nach ihrer Gewohnheit in Körben auf der Schulter heranschleppen.

Bei den Arbeitsleistungen des Transports sehen wir dieselbe Stufenleiter, wie auf anderen Gebieten der menschlichen Thätigkeit. Zuerst macht sich der Mensch die Thiere dienstbar, welche unter seiner geistigen Leitung für die physische Anstrengung seiner Muskeln eintreten müssen, und darauf erfasst und benutzt er die Gesetze der Natur, und setzt die elementaren Kräfte mit Hülfe von Maschinen in Action. Die Eisenbahnen bezeichnen auf dem Gebiete der Transportleistungen diese letzte Stufe, und die Einführung der Maschinenkraft zum Transporte ist das Wesentliche bei denselben, denn die Verbesserung der Bahn hat man schon früher erstrebt und die ersten Eisenbahnen oder auch Holzbahnen in Bergwerken wurden durch Pferde betrieben. Es ist daher durch die Eisenbahnen und die Einführung der Maschinenkraft nicht blos eine Verbesserung im Transportwesen erreicht, sondern eine ganz neue Methode in dasselbe eingeführt, und eine Stufe beschritten, deren Abstand von dem bisherigen Transport durch thierische Kräfte noch grösser ist, als der von der untersten Stufe zu derjenigen, auf welche der Mensch stieg, als er mit Frohlocken erkannte, dass das Thier seine physischen Arbeitsmühen auf der Landstrasse übernehmen konnte.

---

2) Zugkraft und Kosten giebt Hartmann in Berücksichtigung der Geschwindigkeit auf folgende Weise an.

Bei	Geschwindigkeit in Stunde	Tägl. Dienst	Tägl. Weg	Die Zugkraft	Reibt das Pferd 1 Tag von	Kostet zu erhalten jährlich	Centner Zugkraft kostet per Meile		Dauer
Langsamgehend Frachtpferd.	1000	9	9000	110	5	426	7	9	6 Jahr
Schnellgehend Frachtpferd.	2100	3	7200	70	4	456	17	8	5 Jahr
Engl. u. franz. Diligence.	4250	1½	6375	42⅔	3	197	31	10	4 Jahr
	Ruthen à 12′	Stunden	Ruthen	Pfund	Tagen	ℛ	ℳ	₰	

Darin Amortisation, Futter, Streu, Beschlag, Geschirr, Stallgeräth, Lohn des Kutschers, Kleidung desselben, Erhaltung und Erneurung der Stallung.

Stoenstrup, pag. 381.

Nach allem Diesen ist es erklärlich, dass von den frühesten Zeiten an, und in allen fortschreitenden Nationen, die Verbesserung der Communicationen von höchster Wichtigkeit gehalten ist. Mit ihr haben sich die talentvollsten Ingenieure beschäftigt, und durch ihre Bemühungen die Verbesserungen der Strassen, Eisenbahnen und Kanäle geschaffen, welche nicht blos zum erleichterten Transporte der materiellen Güter, sondern auch wegen des rascheren und billigeren Transports, durch den vermehrten Verkehr der Nationen, zur Vermehrung und Verbreitung der geistigen Güter der menschlichen Gesellschaft beigetragen haben, so dass man behaupten darf, dass auch in dieser Beziehung seit Einführung der Eisenbahnen in einem Vierteljahrhundert mehr geleistet ist, als in dem Jahrhunderte vorher. Die Geschwindigkeit der Posten beträgt etwa eine Meile in 40 Minuten, die der Eisenbahnen wenigstens die Meile in 10 Minuten (Courirzüge 7 bis 9 Meilen in einer Stunde, während die grösste Geschwindigkeit, die Brunel auf der Great-Western-Bahn fuhr, die Meile in 3 Minuten betrug), so dass also die Eisenbahnen die Entfernung um das Vierfache gegen früher verkleinert, und die Erdoberfläche, wenigstens das Festland, 16 Mal kleiner gemacht und die Bewohner derselben einander entsprechend näher gerückt haben.

Ohngeachtet dieses vollkommenen Transportsmittels, haben die **Landstrassen** nicht an ihrer Wichtigkeit und Bedeutung verloren, und ihre Anzahl und der Bedarf an solchen hat sich mit der Erbauung der Eisenbahnen eher vermehrt als verringert. Während die Eisenbahnen, die grossen Flüsse und Canäle, als die Hauptadern des Verkehrs zu betrachten sind, führen ihnen die Strassen und kleineren fahrbaren Wasserzüge stets Nahrung zu, und dienen, die entfernteren Städte und Ortschaften mit den Hauptwegen in Verbindung zu bringen. Man kann desshalb kaum ein zusammenhängendes Netz von Eisenbahnen projectiren, ohne zur Anlage vieler neuen Strassen genöthigt zu sein, und die Kenntniss der Construction und Tracirung zweckentsprechender Strassen, hat daher seit der Einführung der Eisenbahnen nur noch an Wichtigkeit gewonnen.

Perdonnet giebt folgende Tabelle über die Widerstände auf den verschiedenen Communicationsmitteln:

Gewöhnliche guterhaltene Strassen	$\frac{1}{33} = 0{,}033$
Holzbahnen	$\frac{1}{70} = 0{,}014$
Eisenbahnen (mässige Geschwindigkeit 32 Kilom. = 4,3 Meilen per Stunde.)	$\frac{1}{200} = 0{,}005$
„ grosse Geschwindigkeit (48 Kilom. = $6^1/_2$ Meilen per Stunde.)	$\frac{1}{100} = 0{,}010$
Canäle, grosser Querschnitt mit gewöhnlichen Schiffen, sehr langsam	$\frac{1}{1000} = 0{,}001$
doppelte Geschwindigkeit	$\frac{1}{250} = 0{,}004$
vierfache Geschwindigkeit	$\frac{1}{62} = 0{,}016$
Canäle, kleiner Querschnitt, gewöhnliche Schiffe. Kleine Geschwindigkeit	$\frac{1}{300} = 0{,}0017$
doppelte Geschwindigkeit	$\frac{1}{150} = 0{,}0066$
vierfache Geschwindigkeit	$\frac{1}{37} = 0{,}0305$

Hierbei ist vorausgesetzt, dass der Transport auf den Canälen mit gewöhnlichen Schiffen geschieht und der Widerstand mit dem Quadrate der Geschwindigkeit wächst. Bei sehr scharfen Schiffen, wie auf einigen schottischen Canälen gebraucht werden, wächst der Widerstand über eine Geschwindigkeit von 3m pr. Secunde, langsamer als mit dem Quadrat. Diese Schiffe dienen nur zum Transport von Reisenden und würden bei gleicher Geschwindigkeit wie die Locomotive, einen enormen Widerstand dennoch erfahren.

Nach den Zahlen der Tabelle könnte es scheinen, dass der Transport sehr schwerer Waaren, welche häufig keine grosse Geschwindigkeit erfordern, vortheilhafter auf Canälen als auf Eisenbahnen geschähe. Dies würde wahr sein, wenn man sich auf beiden Communicationen derselben bewegenden Kraft bediente, doch ist bekannt, dass die Versuche, den Dampf als Zugkraft auf den Canälen zu benutzen, bis in die neuste Zeit ziemlich unfruchtbar geblieben sind. Die Beförderung ist desshalb auf Eisenbahnen, obgleich selbst bei kleinen Geschwindigkeiten die Zugkraft auf diesen grösser ist, weniger kostbar, indessen liegen die Gränzen oft nahe, so dass man um zu concurriren, die Dampfkraft auf das Vortheilhafteste verwenden

muss, indem man stets möglichst voll beladene Züge führt, also möglichst viel Nettogewicht.

Die Transportkosten für Waaren und Personen in England, auf den Chausseen, Canälen und Eisenbahnen resp. mit Pferden und Locomotiven waren nach Wood[1]) im Jahre 1830 wie folgt:

Art des Verkehrs.	Auf Chausseen.			Auf Canälen.			Eisenbahnen mit Pferden.			Eisenbahnen mit Locomotiv.		
	Geschwindigkeit pr. Stunde.	Zugkraft pr. Tonne.	Kosten der Tonne pr. engl. Meile.	Geschwindigkeit pr. Stunde.	Zugkraft pr. Tonne.	Kosten der Tonne pr. engl. Meile.	Geschwindigkeit pr. Stunde.	Zugkraft pr. Tonne.	Kosten der Tonne pr. engl. Meile.	Geschwindigkeit pr. Stunde.	Zugkraft pr. Tonne.	Kosten der Tonne pr. engl. Meile.
	engl. Meilen	Pfd.	penny	engl. Meilen	Pfd.	penny	engl. Meilen	Pfd.	penny	engl. Meilen	Pfd.	penny
Schwere Fracht.....	$2^1/_2$	73	8	$2^1/_2$	$2_{,73}$	$1_{,36}$	$2^1/_2$	$8_{,5}$	$1_{,065}$	8	$8_{,5}$	$1_{,065}$
Leichte Fracht	4	73	12	4	$7_{,07}$	$3_{,5}$	4	$8_{,5}$	$3_{,627}$	12	$8_{,5}$	$3_{,5}$
Personen u. Pakete...	9	83	2—4 per Person 3 s per Ton.	10	$56_{,8}$	$1_{,08}$ per Person $13_{,25}$ per Ton.	10	$8_{,5}$	1–$1_{,5}$ per Person 1s 3d per Ton.	20	$8_{,5}$	1-$1_{,5}$ per Person $12_{,37}$ per Ton.

Man ersieht daraus, dass schon damals die Eisenbahnen mit Canälen concurriren konnten, obgleich sich erstere der Zeit noch in der Kindheit befanden, die Traction auf Canälen aber schon während Jahrhunderten im Gange war.

Nach neueren Zusammenstellungen[2]) sind die Geschwindigkeiten des Transports von Personen und Gütern etwa

Grosse Geschwindigkeit	35 Kilom.[3]) gewöhnl. Züge bis 72 Kilom. (Expreß) per Stunde auf Eisenbahnen
	10—16 Kilom. per Stunde auf Landstrassen
	10—20 Kilom. per Stunde mit Dampfschiffen
Kleine Geschwindigkeit	15—30 Kilom. per Stunde auf Eisenbahnen
	3—4 Kilom. per Stunde auf Landstrassen
	2—8 Kilom. per Stunde auf Wasserstrassen.

Die Tarife pro Kilom. sind im Mittel:

Auf den Eisenbahnen 6 bis $6_{,6}$ Centimen per Person und $7_{,6}$ Cent. per Ton. Auf den Landstrassen 10—12 Cent. per Person und 20 Cent. per Ton. Auf den Wasserstrassen 3 bis 5 Cent. per Person und eben so viel per Ton. In der den hannov. Ständen vorgelegten Denkschrift über die Rentabilität der hannoverschen Südbahn[4]) vom 13. April 1850 ist folgende Vergleichung zwischen den Kosten der Wasserfracht auf der Weser und Eisenbahnfracht zwischen Bremen und Münden aufgestellt, worin zum Theil wegen der verschieden hohen Wasserzölle für verschiedene Arten Güter, die Frachten unter sich verschieden sind.

	Güter.	Producte I.	Producte II.
Wasserfracht zu Berg.....	11 ggr $1_{,97}$ ₰	9 ggr $4_{,76}$ ₰	8 ggr $7_{,10}$ ₰
zu Thal.....	8 „ $7_{,11}$ „	6 „ $10_{,35}$ „	6 „ $3_{,76}$ „
Eisenbahnfracht über Hannover	11 „ 2 „	8 „ 5 „	5 „ 7 „
über Hildesheim	11 „ 10 „	8 „ 11 „	5 „ 11 „

1) A practical treatise on Rail Roads and interior communication in general by N. Wood. 3th edit. London 1838.

2) Oppermann. Nouvelles annales de la construction 1857.

3) 1 Kilometer $= 0_{,1348}$ hannov. Meilen. 1 Meile $= 7_{,417}$ Kilometer. 1 Franc $= 100$ Cent. $= 8$ ggr.

4) Actenstücke der eilften allg. hannov. Ständeversammlung 1te Diät. Heft XI.

In der Bergfahrt kann für den geraden Weg über Hannover also concurrirt werden, und die billigen Thalfrachten sind nur möglich, indem sie die Rückladung der mit hohen Frachten aufwärts gekommenen Schiffe bilden. Für weiter wie Münden gehende Güter kamen auch noch die Kosten des Uebergangs von den Schiffen auf Landfuhrwerk in Betracht, welche in Fällen wo ein durchgehender Transport auf Eisenbahnen stattfindet, wegfallen.[1])

Vergleichung der Communications-Wege.

Zur Zeit der Entstehung der Eisenbahnen, wurde selbst von Aufgeklärten an der künftigen grossen Entwicklung und sogar an dem Nutzen derselben gezweifelt, während heute Jedermann von deren Nutzen und Einfluss auf das materielle wie geistige Wohlsein der Nationen überzeugt ist; man ist nur noch nicht einig, welches Gebiet sie sich erobern werden und ob für den Transport sehr grosser und schwerer Massen die Flüsse und Canäle, wegen der geringeren Anlagekosten, auf die Dauer mit ihnen werden concurriren können. Nach Einigen ist die Superiorität der Eisenbahnen eine absolute, sie können jeder Concurrenz begegnen und werden alle übrigen Communicationsmittel mit der Zeit ersetzen. Es ist daher nicht ohne Interesse, zu untersuchen, in welchen Fällen die eine oder andere Art der Communication die zweckmässigste ist.

Zuerst möge untersucht werden, für welche Zwecke noch die gewöhnlichen Strassen neben den Eisenbahnen angebracht sind.

Rechtwinklig gegen die Eisenbahnen gerichtet, sind die Strassen die Beförderer der Frequenz derselben, indem sie solche mit Waaren wie Personen aus den Aufnahmekreisen des Verkehrs versorgen, die um so weiter ausgedehnt sind, je zahlreicher und besser die an die Bahn führenden Strassen sind.

Parallel mit den Eisenbahnen können die Strassen sich meistens nur einen gewissen Verkehr auf kurze Distanzen erhalten, da sie mehr in das Innere der Städte und Ortschaften dringen und weil die Ersparniss, welche die Eisenbahn an Fracht gewähren kann, durch das häufigere Umladen compensirt wird. Auf den Strassen können die Waaren und Personen unmittelbar an Ort und Stelle, vor die Thür gelangen, bei den Eisenbahnen kommen sie auf Stationen an welche häufig von der Stadt entfernt sind.

Dies ist ein Hauptgrund, weshalb z. B. kurze Producten- und Kohlenbahnen, Bahnen in der Nähe grösserer Absatzorte, nicht immer mit dem Landtransport nach der Stadt für die in derselben bleibenden Kohlen und Producte concurriren konnten. Der Himpten Kohle (von 54 Pfd.) vom Bergwerk auf 3 bis 4 Meilen angefahren, koste z. B. 12 ₰ Fuhrlohn. Auf der Eisenbahn stelle sich die Fracht für dies Quantum etwa nur auf $6_{,7}$ ₰, aber der Transport per Landfuhre von der Grube an die Bahn kostet 2 ₰ und endlich die Vertheilung in die Stadt 2 ₰, so dass im Ganzen 10 bis 11 ₰ Kosten erwachsen. Man könnte also nur an 8 ₰ Landfuhr-Fracht durch billigere Eisenbahnfracht etwas gewinnen. Das Sachverhältniss wäre günstig für die Eisenbahn gewesen, wenn unter übrigens gleichen Umständen die Bergwerke 20 Meilen von der Stadt entfernt gewesen wären, weil man dann durch die billige Bahnfracht erheblich hätte gewinnen können und der Einfluss der constanten 4 ₰ auf die ganze Fracht geringer gewesen wäre. Ausserdem entgehen einer so kurzen Bahn grosse Quantitäten von Producten, da bei der Entfernung von 3 Meilen, welche die Fuhrleute mit voll hin und leer zurück per Tag ohne Uebernachtung abmachen können, viel Verkehr dem Landfuhrwerk verbleibt. Noch mehr ist dies der Fall mit dem Productenverkehr aus den der Hauptstadt näher gelegenen und dort ihren

---

1) Hannoversche Bahnen etwa folgende Sätze per Meile und per Centner Zollgewicht: Eilfracht $8^1/_8$ ₰, Normalclasse $4_{,9}$ ₰, Ermässigte Classe A: Mineralien, Getreide, Baumwolle, Garten-, Feld- und Baumfrüchte $3^1/_8$ ₰, B. in ganzen Wagenladungen: Holz, Holzkohlen, Kalk, Steine etc. 2 ₰. Ausnahme-Tarife: Mergel, Gips, Gipsstein, Pflastersteine für die königl. Chausseen $1^1/_4$ ₰.

Personen in gewöhnlichen Zügen pro Meile I. Cl. 6 *gr*, II. Cl. $4_{,8}$ *gr*, III. Cl. 3 *gr*- in Schnellzügen resp. $6_{,80}$ *gr*, $4_{,20}$ *gr* und $3_{,20}$ *gr*. Verein deutscher Eisenbahn-Verwaltungen (etwa 60 Bahnen). Einnahme pro Centner Gut à Meile von 2 ₰ bis 5 ₰; pro Person à Meile von $2_{,9}$ *gr* bis 4 *gr*. Billigste Fracht für Steinkohlen $^5/_6$ ₰ pro Meile und 2 ₰ Expeditonsgebühr für 100 Centner.

Markt findenden Ortschaften, da die Transportirung der ländlichen Producte vom Bahnhof bis auf den Markt und der Transport des Verkäufers nach der Stadt, zu grosse Kosten verursachen würde. Je näher einem grossen Verkehrscentrum, um so schwächer wird im Allgemeinen der Producten- und Personenverkehr auf den nähergelegenen Eisenbahnstationen.

Die Strassen sind in Ländern mit hohen Gebirgen den Eisenbahnen oft vorzuziehen, weil der Betrieb letzterer, wegen der starken Curven der Bahn und der starken Steigungen, die nur mit oft unerschwinglichen Kosten, oft gar nicht zu vermeiden sind, zu kostbar werden würde. Man hat desshalb nur ausnahmsweise Eisenbahnen über hohe Gebirgsketten geführt, und meistens nur, wenn es sich um die Verbindung von in den Ebenen zu beiden Seiten gelegenen grösseren Linien handelte. So z. B. bei der Bahn von Turin nach Susa, wo man den Mont Cenis mit einem langen Tunnel durchfährt, und ähnlich in Amerika die Bahn über die Blue mountain ridges.

Ferner sind in den meisten Fällen die gewöhnlichen Strassen den Eisenbahnen in Ländern vorzuziehen, wo die Circulation einen gewissen Grad von Lebhaftigkeit noch nicht erreicht hat, oder in der ersten Zeit noch nicht erreichen dürfte.

Denn um eine Eisenbahn rentiren und das Anlagecapital verzinsen zu lassen, ist eine gewisse Einnahme, also ein gewisses Quantum von Gütern oder Personen auf eine gewisse Distanz transportirt, erforderlich, was sich indessen im Allgemeinen, da die Anlagekosten und sonstigen Umstände bei einer Bahn verschieden sind, im Voraus schwer bestimmen lässt. Es wird z. B. im Allgemeinen noch wenig vortheilhaft sein, eine Eisenbahn zu erbauen wenn der jährliche Verkehr auf der ganzen Länge derselben nicht etwa 100—150000 Tonnen,[1]) oder eine entsprechende Anzahl Reisender beträgt. Es ist dabei indessen der mögliche Tarif von grossem Einfluss und auf mit den Eisenbahnen concurrirenden Strassen oder Canälen können die Concurrenten oft die zur Vergleichung gedient habenden Tarife herabsetzen, indem sie annehmen, dass das Anlagekapital schon durch frühere Ueberschüsse amortisirt ist.

Beispielsweise rentirte eine projectirte Kohlen- und Producteneisenbahn bei einem jährlichen Quantum von 700000 Ctnr. Producten und 3,000000 Ctnr. Kohlen durchschnittlich auf $3_{,6}$ Meilen gefahren mit $3_{,5}$ Procent, einen zulässigen Tarif von $2^1/_2$ ₰ pro Meile und per Ctnr. Kohle und von etwa 4—5 ₰ pr Ctnr. Gut durchschnittlich vorausgesetzt, bei einem Anlagecapital von 3,700000 ₰, während sie, wenn das Quantum sich auf das Anderthalbfache erhoben hätte, neben einer Verzinsung von $4^1/_2$ Proc. und 1 Proc. Amortisation, noch einen Ueberschuss ergeben hätte.

Mehr noch als bei den Reisenden hat die Entfernung der Eisenbahn-Station von den Hauptwaarendepots Einfluss auf den Verkehr der Bahn. Indessen absorbiren die Eisenbahnen nicht immer alle Reisende, wenn die Orte der Ankunft und Abreise, die Stationen, weit vom Mittelpunct der Stadt liegen. So z. B. findet zwischen Paris und Versailles, ohngeachtet zwei Eisenbahnen vorhanden sind, noch ein starker Wagenverkehr statt, der zum grossen Theil von den zwischenliegenden Orten herrührt. — Nach Eröffnung der Hannover-Hildesheimer Bahn, fuhr längere Zeit ein Omnibus zwischen Algermissen und Hildesheim, besonders weil die Abfahrtzeit der Züge nicht dem Publicum convenirte, oder nicht häufig genug die Züge gingen.

Ausnahmen von dem oben erwähnten Satze finden unter besonderen Umständen statt. Z. B. in Amerika, wo man mit Eisenbahnen in gänzlich wüste Territorien vordringt, aber sehr billig solche herstellt, und sie durch den Werth des urbar gemachten Landes bezahlt macht. In Belgien führen Zweigbahnen häufig nach Steinbrüchen und industriellen Etablissements, wo, obgleich der Verkehr für diese Strecken nicht stark, die Kosten des Umladens schwerer Massen, wenn solche auch nur einen kleinen Weg per Landfuhr zu transportiren wären, zu hoch sein würden.

---

1) Gesetzt, die Meile Bahn koste nur 30000 ₰ und das Anlagecapital sei mit 5 Proc. zu verzinsen und amortisiren, also jährlich 1500 ₰. Dann müsste, wenn die Betriebskosten 50 Proc. der Bruttoeinnahme betrügen die jährliche Einnahme 3000 ₰ sein. Bei einem Tarif von $3^1/_3$ ₰ oder $^1/_{30}$ ₰ pro Centner à Meile entspräche dies 2,700000 Centner Güter auf eine Meile gefahren oder die Tonne zu 20 Centner gerechnet 135000 tons. Bei einer geforderten Verzinsung und Amortisation von 4 Proc. hätte man 2400 ₰ per Meile und 2,160000 Centner oder 108000 tons. Für zehn Centner könnte man eine Person etwa rechnen; indessen sind dies nur gegriffene Zahlen.

Canäle. Die Canäle sind oft sehr wirksam in Concurrenz mit Eisenbahnen und transportiren zwar verhältnissmässig wenig Passagiere, verglichen mit Strassen und Eisenbahnen, dagegen grosse Massen zu billigen Preisen. Es ist, weil Strassen und Eisenbahnen eine wesentliche Einnahme von Passagieren haben, daher die Vergleichung beider Transport-Weisen nicht unmittelbar vorzunehmen.

Canäle sind oft inpraktikabel in coupirtem Terrain, wo man Eisenbahnen noch mit Vortheil herstellen kann.

Denn sie consumiren für ihre Speisung, besonders in bergigen Gegenden, wo viele Schleusenfälle vorhanden, ein grosses, oft nicht anzuschaffendes Quantum Wasser. Die grössere Anzahl Schleusen, die grossen Speisebassins, lange Zuflussgräben, machen die Anlage oft kostbar. Um eine gewisse Last auf eine bestimmte Höhe zu heben, ist im Allgemeinen das sechsfache Wasser-Gewicht dieser Last, welches eine gleiche Höhe durchfällt, erforderlich, und um sie herabsteigen zu lassen, das vierfache, doch würde dies Quantum nicht genügen und oft ist nach Huerne de Pommeuse das erforderliche Speisewasser der 20fachen Füllmasse gleich, um den Verbrauch wegen Durchschleusen, Verdunsten und Filtration zu ersetzen. Letzterer ist um so bedeutender, je höher der Theilungspunkt über dem Spiegel des Meeres oder Grundwassers liegt. Oft würde man grosse Wassermassen der Industrie oder Bewässerung entziehen; zuweilen, wie auf dem Birmingham-Canal, muss man das Wasser von einer Schleusenhaltung zur anderen heben, und man würde oft das Wasser ökonomischer zur Betreibung von Maschinen um Züge auf einer Eisenbahn aufwärts zu fördern, verwenden können.

So sind z. B. die Bahnen zwischen St. Etienne und Lyon, welche das Kohlenbecken von St. Etienne mit dem Loire- und Rhone-Thal in Verbindung bringen, erbaut, nachdem man fast die Unmöglichkeit, Canäle herzustellen, eingesehen hatte. Eben so die Bahn von Alais nach Beaucaire, von Saarbrück nach Nancy und viele andere Kohlen transportirende Bahnen, in Localitäten, wo man nicht daran denken konnte, Canäle herzustellen.

In flachem Terrain wird ein Canal möglich. Abgesehen von den Vorzügen der Eisenbahn für Personentransporte, hat die Anwendung von Dampfkraft auf Canälen (neuerdings auf dem Canal du Nord und burgundischen Canal) die Concurrenzfähigkeit der Canäle erhöht. Um die Saarbrückerkohlen in den Elsass einzuführen, hatte man z. B. ein Project für den Sarre-Canal und für eine Eisenbahn bearbeitet. Die Bahn kostete 200000 frs. pro Kilometer und der Canal 190000 frs. Die Transportkosten auf dem Canal berechneten sich per Tonne und Kilometer zu 3 Centimen, auf der Eisenbahn eben so hoch, bei vollen Zügen hin und leeren zurück, auch die Unterhaltungskosten per Kilometer fanden sich ziemlich gleich, aber der Canal war länger als die Bahn. Denn bei den zulässigen Curven und Steigungen braucht die Bahn nicht solche Umwege wie der Canal zu machen. Der Canal musste mit vielen Umwegen an den Berghängen entlang gehen, denn Tunnel und Dämme mittelst deren man den Weg der Bahn abkürzt, sind, wenn irgend möglich, für Canäle zu verwerfen, weil man im Voraus die entstehenden Filtrationen nicht schätzen kann. Die Transportkosten auf der Bahn im Ganzen werden daher billiger als auf dem Canal sein.

Wären sie auch dieselben, so hätte dennoch der Bahntransport den Vorzug der Regelmässigkeit und Schnelligkeit, welche auch für die Waaren in jetziger Zeit grossen Werth haben. Das Eis und die erforderliche Reinigung des Canals verursachen oft Aufenthalte, bei den Eisenbahnen hat man zu keiner Jahreszeit lange Verzögerungen zu fürchten.

Indessen haben sehr selten eine Eisenbahn oder ein Canal nur Waaren zu transportiren; häufig ist, wo ein grosser Waarenverkehr vorhanden, auch die Personenbewegung nicht unbedeutend. Die Kosten der Bahn für diese beiden Zwecke sind zwar höher, als wenn sie nur Waaren transportirte, aber man kann die Güter und Personen verhältnissmässig höher tarifiren als die Rohproducte, so dass jener Verkehr schon einen grossen Theil der Betriebskosten und der Verzinsung des Anlage-Capitals verdient. Der Theil dieser Kosten, welcher dann noch von den Rohproducten ab zu verdienen ist, ist dann geringer, als wenn die Bahn nur für Waaren diente. Auf manchen Bahnen, z. B. Chemin du Nord, Orleans, Rouen, Strassburg, London-Birmingham, London-Bristol und vielen anderen, ergeben die Betriebsnachweise, dass

die Einnahmen aus dem Waaren- und Eilgüter- wie Personenverkehr, sämmtliche Betriebskosten und die Verzinsung des Anlagecapitals decken. Man kann sich daher oft mit einem Tarif, der nur etwas höher als die Kosten der Zugkraft ist, begnügen, um bei mässigem Gewinnste Rohproducte anzuziehen, welche sonst gar nicht transportirt würden, oder auf anderen Wegen, wenn die Tarife höher wären.

Aus diesem Grunde transportiren heutzutage grössere Eisenbahnlinien Rohproducte eben so billig, wie die Canäle, sogar noch billiger, z. B. Gips, Mergel, Steine, Hölzer, Korn, Kohle u. s. w. zu 3 Cent. bis 3^1_2 Cent. pr. Tonne und Kilometer und $1^1/_2$ bis 1 ₰ pro Centner à Meile. Je grösser die Circulation überhaupt wird, um so eher können die Eisenbahnen diese Vortheile erreichen, und dies ist überhaupt ein Hauptgrund ihrer Fruchtbarkeit, gegenüber anderen Transporten.

Man kann also im Allgemeinen folgende Sätze aufstellen:

die Eisenbahnen können wegen der hohen Einnahmen vom Personentransport oft beim Waarentransport niedrige Tarife setzen und den Canaltransport ruiniren.

Beim Sarre-Canal waren schon für Rohproducte die Transportkosten gleich, um so mehr wäre daher die Bahn im Vortheil, wenn sie viel Personentransport erwarten dürfte. **Die Geschwindigkeit und Pünktlichkeit des Transports auf Eisenbahnen tragen erheblich zu ihren Vorzügen bei.** Wollte man auf Canälen nur eine Geschwindigkeit von 12—16 Kilom. pr. Stunde erreichen, so würden sich die Kosten erheblich vermehren, einmal wegen des stark wachsenden Widerstandes und dann weil die Nutzleistung der Menschen oder Pferde, welche die Schiffe ziehen, bei grösserer Geschwindigkeit erheblich abnimmt. Letzterer Grund gilt auch, wie die früher mitgetheilte Tabelle von Hartmann zeigt, für die Chausseen.

In England hat man seit Erbauung der Eisenbahnen neuen Canalprojecten fast gänzlich entsagt, in Frankreich scheint sich der Sieg auf Seite der Bahnen zu neigen, deren Frequenz an Gütern rascher zunimmt, als auf den Canälen.

Ferner findet bei den Canälen oft ein Umladen statt, während auf Eisenbahnen wegen gleicher Spurweite die Güter durchgehen; die Canäle sind also in dieser Beziehung so ungünstig situirt, wie es Eisenbahnen mit verschiedenen Spurweiten sein würden.

In Amerika concurrirt der Shuylkill-Canal mit der Reading-Eisenbahn, obgleich die Canal-Compagnie Dampf-Remorqueure angeschafft hat, die allerdings wegen der vielen Schleusen nicht sehr vortheilhaft arbeiten können. Man erklärte den Eisenbahn-Ingenieur Robinson, als er die Bahn erbaute, um mit dem Canal zu concurriren, für verrückt, jetzt versorgt die Bahn zu jeder Jahreszeit die zahlreichen Manufacturen von Philadelphia mit Kohlen und er ist für diese Stadt eine Quelle der Steigerung der Prosperität geworden, so dass sie jetzt mit New-York an Importanz wetteifert. In New-Jersey ist der Raritan-Canal parallel der Cambden-Amboy-Eisenbahn, ausserordentlich vortheilhaft situirt, $23^m,_{50}$ im Wasserspiegel breit und tief genug für die Flussschiffe. Dennoch haben sich die Canal-Actionaire mit der Eisenbahn vereinigt.

Im Allgemeinen kann man daher ferner sagen:

dass die Erfahrung und Theorie übereinstimmend zu beweisen scheinen, dass beim gegenwärtigen Stand der Transport-Industrie und wenn die Dampfschifffahrt auf den Canälen nicht erhebliche neue Fortschritte macht, es nicht häufig zu rathen ist, neue Canäle zu erbauen.

In Kürze ist noch zu bemerken, dass dagegen die Canäle oft nebenbei grosse Dienste leisten, um Ländereien zu entwässern, z. B. Moore, welche man colonisirt und deren Ertrag die Kosten in längeren Jahren deckt. In solchem Terrain würde man oft schwierig, oder gar nicht Eisenbahnen erbauen können. Holland und französisch Flandern würden ohne Canäle unfruchtbare Sümpfe sein. Umgekehrt haben viele Canäle grossen Nutzen für die Bewässerung und weil sie Wasser zum Betrieb von Fabriken liefern. Der arragonische Canal nahm 1794 53000 Francs aus der Schifffahrt, 325000 Fr. wegen Bewässerung ein und machte 100000 Hectaren fruchtbar.

Oft hat man Mühe, die Canäle zu hindern, benachbarte Liegenschaften zu versumpfen. Die Filtrationen des Bassins de la Villette haben grosse Verwüstungen angerichtet. Der Canal du Centre, von Gauthey, einem der geschicktesten Ingenieure des vorigen Jahrhunderts angelegt, verlor im Anfang all sein Wasser innerhalb 24 Stunden. In vielen Fällen berauben auch die Canäle die Landwirthschaft und Fabriken

des nothwendigen Wassers. Endlich sind die Canäle als Vertheidigungslinien und Mittel, die Umgegend unter Wasser zu setzen, von grosser Wichtigkeit. In letzterer Beziehung gaben die jetzt zerstörten Festungswerke von Dünkirchen ein interessantes Beispiel.

Schiffbare Flüsse. Die Schifffahrt auf den Flüssen und Seen ist gewöhnlich nicht mit der Verzinsung eines Anlagekapitals, oder nur gering damit belastet und kann daher oft erfolgreich mit den Eisenbahnen concurriren.

Auf der Seine, ohngeachtet der vielen Krümmungen, concurrirt man mit der Rouen-Havre-Bahn, ähnlich auf der Saône zwischen Chalons und Lyon, ähnliche Verhältnisse finden auf dem Rhein statt, und zwischen den Schleppschiffen des Bremer Lloyd und der Bremen-Geestemünde-Bahn steht eine scharfe Concurrenz zu erwarten Würden die Elbzölle aufgehoben, so würde die Hamburg-Magdeburg und Hamburg-Berliner Bahn vielen Verkehr einbüssen.

Indessen sind die Flüsse oft sehr gekrümmt, voll Untiefen, reissend, wasserarm, und können auch oft nur mit grossen Kosten schiffbar gehalten werden Der Rhein hat in dieser Beziehung erhebliche Kosten erfordert und ist zwischen Basel und Strassburg so reissend, dass jede regelmässige Schifffahrt unmöglich wird. Die Schifffahrt auf der Rhone concurrirt mühsam mit der Eisenbahn von Lyon nach dem mittelländischen Meere, und die Schiffe, welche die Loire bis Roanne herabkommen, werden in Roanne zerschlagen, eben so wie die die Elbe herabkommenden Holzschiffe, sog. Zillen.

Von Orleans nach Tours an der Loire ist die Tonnage auf der Bahn (518000 tons) grösser als auf der Loire (125000 tons) und von Tours nach Nantes etwa gleich gross.

Endlich hat die Erfahrung gezeigt, dass in strategischer Beziehung die Eisenbahnen ein mächtiges Mittel zum Angriff und vielleicht noch mehr zur Vertheidigung sind. Der orientalische Krieg (wo auf der Petersburg-Moskau-Bahn 580000 Soldaten transportirt wurden) hätte vielleicht ein anderes Resultat ergeben, wenn Russland eine Eisenbahn nach der Krimm gehabt hätte, und die kleine Balaklava-Eisenbahn hat den Alliirten grosse Dienste geleistet. Die Franzosen studiren jetzt für den Kriegsgebrauch ein System portabler Eisenbahnen.

B. Beschaffenheit des Terrains im Allgemeinen.

Bei Betrachtung einer Karte, auf welcher man irgend eine Strasse projectiren will, bemerkt man sogleich, dass in keinem Falle die Oberfläche ganz eben ist, vielmehr findet sich in grossen Zügen die Abdachung des Terrains durch den Lauf der Gewässer ausgedrückt, welche nach verschiedenen Richtungen fliessen. Das feste Land ohne Erhöhungen und Vertiefungen nennt man Ebene, welche auf grössere Ausdehnung horizontal oder geneigt sein kann, und man unterscheidet je nach der Höhe über dem Meere Tiefebenen und Hochebenen. Die hervorragenden Theile der Erdoberfläche nennt man Erhöhungen, Hügel oder Berge, Hügelketten, Bergketten, und man unterscheidet an ihnen den unteren Theil oder Fuss, den mittleren Theil oder Hang, und den oberen am weitesten sichtbaren Theil Krone, Kuppe, Platte (wenn flach und eben), Gipfel, Spitze, Horn oder Nadel und wenn lang und schmal: Forst, First, Kamm oder Rücken.

Der Hang ist oft gerade, gewölbt, buchtig, hohl, und wird wenn man ihn nicht ersteigen kann Wand genannt. Es sind wohl folgende Abstufungen vorgeschlagen, wenn der Böschungswinkel beträgt:

0 — 3°	unmerklich ansteigend
3 — 6°	sanft
6 — 12°	ziemlich stark
12 — 24°	stark
24 — 36°	steil
36 — 48°	jäh
48 — 60°	schroff
60 — 90°	sehr schroff
über 90°	überhängend.

Saum heisst die Gränze zwischen dem obersten Theil der Erhöhung und dem Hange, indessen ist derselbe nicht immer zu unterscheiden, da Krone und Hang oft ineinander übergehen. Man unterscheidet noch Hügelflächen (mehr als 500, weniger als 1000′ über dem Meere), Bergflächen (bis 1000′), Hochflächen über 1000′, wenn unter 100 □ Meilen Hügellandschaften, Berglandschaften und Hochlandschaften, und wenn über 100 □ Meilen Tafelländer, niedrige (500′), mittelhohe (500—1000′), (hohe 1000′).

Eine Gruppe von bei- und nebeneinander liegenden Bergen nennt man Gebirge, und da wo Gebirgsrücken eingesenkt und weniger hoch als ihre Umgebung sind werden sie: Joche, Sättel, Furkas, Cols, Pforten, Scheidecken, Pässe u. s. w. genannt.

Den Gegensatz zu den Erhöhungen bilden die Vertiefungen. Kleine Vertiefungen, welche das Wasser in die Hänge erdiger Anhöhen gespült hat, nennt man Risse oder Rinnen; wenn eng, und in Felsen, unten scharf zusammenlaufend: Klüfte oder Spalten. Wenn beträchtlich lang und breit heissen sie Senkungen. Wenn sehr tief und Seiten aus Erd-, Thon- oder Felsenwänden: Schluchten. Thal wird eine grosse von beträchtlichen Anhöhen (Bergen oder Gebirgen) gebildete Vertiefung genannt. Landthal wenn von Landhöhen und Gebirgsthal wenn von Gebirgen eingeschlossen. Oben im Thal stehend und abwärts sehend unterscheidet man die die rechte und linke Seite. Ein Thal, welches mit der Längenrichtung eines Gebirges oder Gehügels gleichlaufend ist, nennt man Längenthal, und Thäler, deren Richtung die Breitenrichtung des Längsthals durchschneidet nennt man Querthäler.

So z. B. sind in den Alpen das Thal der Rhône (Wallis), das Thal des Vorderrheins (Graubünden) und das Innthal: Längenthäler. Das Reussthal (Uri), das Linthal (Glarus), das Thal des Tessin und der Etsch: Querthäler.

Jedes Thal liegt in seinem Ursprunge am höchsten und die Abweichung der Thalsohle von der Horizontalen, wird der Fall genannt. Ein Thal, in das von den Seiten her kleine Thäler oder Schluchten münden, wird ein Hauptthal genannt, während die kleineren in ein grösseres Thal ausgehenden auch Nebenthäler heissen. Nachbarthäler werden die an einem oder demselben Höhen- oder Gebirgszuge liegenden Thäler genannt, die in einen gemeinschaftlichen Saum, der Wasserscheide, zusammentreffen. Vergleicht man nun auf der Karte oder in der Natur den Lauf zweier Ströme, so findet man dass zwischen ihnen stets ein Gebirge oder ein abgeflachter Bergrücken liegt. Von diesem Bergrücken fliessen an beiden Seiten abwärts Bäche, welche sich mit der Entfernung vom Berge verstärken und Flüsse werden, die sie hin grössere Ströme, welche endlich ins Meer münden, ergiessen. Man nennt ihn daher Wasserscheide, welches Wort sich selbst erklärt, und es folgt, dass zwischen zwei Wasserscheiden ein Thal liegen muss. Die Wasserscheiden kann man (Fig. 1.) eintheilen in Hauptwasserscheiden (I), secundäre (II) und tertiäre (III), und entsprechend die Thalwege. Die Wasserscheiden sind stets in derselben Richtung geneigt wie der Thalweg, sie laufen immer bis zum Zusammenfluss der Gewässer, welche sie scheiden, und werden immer niedriger, je kleiner die Gewässer sind. Das Gefälle der Wasserscheiden (III) ist stärker als das von (II) und das Gefälle der Hauptwasserscheiden I ist am schwächsten. Am stärksten fällt z. B. IV, welche Scheiden oft in steile Hänge auslaufen.

Die Wasserscheiden pflegen um so weniger hoch zu sein, je näher die Quellen der Gewässer, welche sie scheiden bei einander liegen, z. B. die Else fliesst bei Löhne (an der hannov. Westbahn) in die Werre und mit dieser bei Rehme in die Weser. Die Haase gehört zum Flussgebiet der Ems, in welche hinein sie bei Meppen fliesst. Beide Flüsse entspringen im Teutoburger Walde und es liegen die Quellen so nahe bei einander, dass das Wasser beider Flüsse bei Gesmold sich vereinigt und wieder trennt, so dass man es dort in seiner Willkühr hat, das Wasser beider in die Weser oder in die Ems zu senden. Hieraus folgt, dass diese Wasserscheide der Weser und Ems an jener Stelle ausserordentlich flach ist, und in der That hat die Eisenbahn von Löhne nach Osnabrück auf dieser Wasserscheide sehr günstige Steigungen.

Die Oberfläche, welche dem Fluss oder Bach ihr Wasser zuschickt, nennt man dass Fluss- oder Bachgebiet auch Niederschlagsgebiet und sie ist nicht der Länge des Gewässers proportional, sondern hängt von der Terrainbeschaffenheit und

Formation des Landstriches ab, durch welchen der Fluss fliesst. Im gebirgigen Terrain (wo viele Wasserscheiden vorhanden) wird das Niederschlags-Gebiet bei gleicher Länge, kleiner sein als in der Ebene, indessen werden wegen des stärkeren Gefälles im Gebirge, bei Hochwasser diese kleineren Becken pro Quadratmeile des Niederschlagsgebiets mehr Wasser liefern, als die der grossen Flüsse in den Thalebenen, wo die Zuflüsse langsamer, weil mit weniger Gefälle erfolgen. Die Länge der Schluchten und Becken, worin eine Quelle fliesst ist in der Regel 50° bis $^1/_2$ Meile. Die Querthäler und Schluchten führen wegen ihres stärkeren Gefälles, und weil oft in kurzer Zeit grosse Schneemassen in ihnen aufgehen und der Boden häufig nicht durchlässig ist, bedeutende Wassermassen in kurzer Zeit ab

Das stärkere Gefälle in Gebirgen erklärt sich aber dadurch, dass die Thäler durch Auswaschung entstanden, und dass um den festen Boden auszuwaschen und die groben Geschiebe fortzuwälzen, eine grosse Geschwindigkeit, daher stärkeres Gefälle erforderlich war, als in dem weniger festen Boden der Ebene. Das Gefälle von der Quelle bis zur Mündung gleicht daher einer gekrümmten concaven Linie, deren Tangenten am obern Theil des Thals am steilsten sind.

Folgendes sind die Längen der Bäche und Flüsse wie sie im grossen Durchschnitt den Breiten des Bettes (bei mittlerem Wasserstande) entsprechen, und deren Gefälle:

10 bis	15′	Bach aus einer Quelle	$^1/_4$ bis	8	Meilen.
50 bis	300′	kleinere Flüsse . . .	2 bis	20	„
1000 bis	1600′	grössere Flüsse . . .	10 bis	60	„
2000 bis	3000′	Ströme	100 bis	110	„

Die grössten europäischen Flüsse bis zu 450 Meilen lang.

Quellen und Schluchten	$\frac{1}{5}$	— $\frac{1}{30}$	Gefälle.
kleine Bäche	$\frac{1}{20}$	— $\frac{1}{300}$	„
grössere Bäche . . .	$\frac{1}{100}$	— $\frac{1}{500}$	„
Flüsse	$\frac{1}{300}$	— $\frac{1}{8000}$	„
Ströme	$\frac{1}{2000}$	— $\frac{1}{12000}$	„
Ströme am Meere . .	$\frac{1}{10000}$	— $\frac{1}{24000}$	„

indessen haben in aufgeschwemmtem flachen Terrain Bäche oft nicht mehr Gefälle als Flüsse im Gebirge

Folgende Zusammenstellung giebt die Länge verschiedener europäischen Flüsse nach geographischen Meilen, das Niederschlagsgebiet in geogr. □Meilen und die durchschnittliche Breite an.[1]) Man sieht daraus, dass bei gleicher Länge die Breite des Gebiets um so geringer wird, je gebirgiger der Landstrich, in welchem der Fluss fliesst, und dass das Gebiet um so breiter wird, je mehr der Fluss in der Ebene befindlich, was erklärlich ist.

Länge. Meilen.		Gebiet. □M.	Durchschnitt. Breite d. Gebiets geogr. Meilen.
160	Wolga	30500	66
381	Donau	14420	38
	Länge 115—150 Meilen.		
144	Weichsel	3664	25
145	Düna	3200	22
150	Peczora	3050	20
155	Elbe	2900	20
132	Loire	2540	19
120	Oder	2100	18
	Länge 150—250 Meilen.		
214	Don	7960	37
240	Dniepr	8540	35
209	Dwina	5900	29
190	Rhein	4700	25
190	Ural	4700	25
	Länge 92 bis 115 Meilen.		
110	Dniestr	2500	22
101	Duero	2300	22
95	Po	1168	16
109	Rhone	1243	11
115	Niemen	1000	9
105	Warthe	831	8
	Länge 80 bis 90 Meilen.		
80	Garonne	1440	18
92	Ebro	1225	13
91	Seine	1240	13

1) Nach Hoffmann, die Erde und ihre Bewohner. 5te Aufl. 1838.

Länge. Meilen.		Gebiet. □M.	Durchschnitt. Breite d. Gebiets geogr. Meilen.
80	Main	730	9
80	Drau	328	4
	Länge 60 bis 80 Meilen.		
68	Weser	1220	18
67	Inn	857	13
60	Mur	229	$3_{,8}$
	Länge 40 bis 60 Meilen.		
55	Moldau	586	11
47	March	461	10
45	Havel	479	10
50	Saale	393	8
45	Neetze	253	$5_{,6}$
51	Ems	243	$4_{,8}$
46	Themse	228	$4_{,9}$
53	Neckar	193	$3_{,6}$
47	Isar	171	$3_{,7}$
48	Spree	173	$3_{,6}$
47	Eger	124	$2_{,7}$
42	Salza	106	$2_{,5}$
	Länge 20 bis 40 Meilen.		
33	Aller	316	$9_{,6}$
27	Leine	142	$5_{,3}$
32	Lahn	150	$4_{,7}$
34	Mulde	130	4
34	Bober	119	$3_{,5}$
26	Sazawa	93	$3_{,6}$
30	Neisse	95	$3_{,1}$
28	Beraun	85	$3_{,0}$
38	Lech	108	$2_{,8}$
28	Elster	70	$2_{,5}$
22	Bartsch	55	$2_{,3}$
	Länge 15 bis 20 Meilen.		
15	Pleisse	75	5
12	Katzbach	40	$3_{,3}$
14	Weissritz	39	$2_{,8}$
15	Queiss	24	$1_{,6}$

Beispielsweise mögen die Zahlen angeführt werden, welche Lahmeyer[1]) aus Beobachtungen einiger Flüsse des nordwestlichen Deutschlands anführt.

Es kommen pr. Secunde auf die Quadratmeile Cubikfuss Wasser:

	für den niedrigst. Wasserstand.	für den höchsten Wasserstand.	etwa Verhältniss zwisch. niedr. u. hoch.
nahe den Quellen in gebirgigen Gegend.	$5^1/_2-6$	600—700	120
in bergigen und hügeligen Gegend.	$4^1/_2$	450—550 350—400	100 90
im flachen Lande.	4	250—300	70

indessen sind diese Zahlen nur local und weichen von anderen ganz erheblich ab. Hiervon wird später bei Gelegenheit der Bestimmung von Brückenweiten ausführlicher die Rede sein.

Betrachten wir nun die Verhältnisse, die z. B. um das Beispiel nicht complicirt zu machen, bei Bächen oder kleinen Flüssen statt haben, so finden wir mit Hülfe der früheren Bezeichnungen, wenn wir einen Durchschnitt zeichnen das Folgende: (Fig. 2.) *aeb* ist das Bett des Flusses, *cd* der Wasserspiegel, *ac*, *bd* das Bach- oder Flussufer, die tiefste Linie *ee*, des Bettes: der Thalweg (Stromrinne) *bf* die Thalebene, *fg* die Thalwand oder der Hang, *gh* der Bergrücken. Vom Puncte *h* kann das Wasser, was dahin fällt, nach *g* oder *i* fliessen, weshalb also die Vereinigung dieser Punkte nach der Länge des Rückens die Wasserscheide ist.

Hierin kommen Abweichungen vor (Fig. 3). Zuweilen hat die Thalwand nachdem sie auf eine Höhe steil gestiegen, plötzlich wieder ein schwaches Gefälle, oder bildet sogar eine Horizontale und steigt dann wieder plötzlich zur Wasserscheide hinauf. Diese Ebene zeigt sich zu beiden Seiten des Thals und scheint in früheren Zeiten, ehe das Wasser den Thalweg ausarbeitete, die frühere Thalebene gewesen zu sein, wesshalb man sie auch wohl Hochufer nennt.

Wasserscheide und Thalweg, Thalebene und Thalwand sind die Theile des Terrains, welche bei Projectirung von Communicationen am meisten genannt werden. Bei grösserer Entfernung vom Ufer ist das obige Profil nicht mehr so deutlich zu erkennen; die Thalebenen werden in weiten und grossen Thälern oft sehr ausgedehnt und erheben sich in (Fig. 4) sanfter Steigung zum Bergrücken *h*, so

1) Zeitschrift des hannov. Architekten und Ingenieur-Vereins. 1839, pag. 228.

dass die Thalwand mehr verschwindet und der Saum *g* nicht ausgeprägt ist. Die einzelnen Theile eines solchen Terrainprofils sind in ihren Massen und Bestandtheilen verschieden gebildet, je nachdem sie den Quellen näher oder ferner liegen. Die reissendsten Bäche fliessen über Fels und Gerölle von $^1/_2$—30 Cubikfuss Grösse, welches früher heruntergewälzt, häufig verwittert ist, und die Zwischenräume sind gewöhnlich mit angeschwemmter Erde ausgefüllt. So wie die Bäche und Flüsse in ihrem Gefälle abnehmen, wird das Gerölle kleiner, indem das Wasser an Kraft verliert es mit sich fortzuwälzen, und es werden immer kleinere Steine fortgewälzt, bis sich am Ende des Flusslaufs, Kies und zuletzt nur Sand findet, der das Bett der Flüsse bis zur Mündung bildet, zu welcher noch die feinsten Sinkstoffe, welche einen Bestandtheil des Schlicks bilden fortgeführt werden, die, wenn beim Wechsel der Fluth und Ebbe das Wasser zum Stillstande gelangt, auf den Ufern sich niederlegen. Nach Umpfenbach findet sich bei folgenden Geschwindigkeiten folgende Grösse des Flussmaterials.

Geschwindigkeit des Hochwassers in der Secunde.	Beschaffenheit des Flussmaterials an der Oberfläche der Sohle.
8 Zoll	feiner Lehm oder Schlamm.
1 Fuss	feiner Sand.
$1^1/_2$ „	körniger Sand.
2 „	sehr feiner Kies.
3 „	Kies von 1″ Durchm.
5 „	Kies von 2″ Durchm.
7 „	Steine von $^1/_6$ Cubikfuss.
10 „	Steine von 1 Cubikfuss.
15 „	Steine von 2 Cubikfuss.
36 „	Steine von 10—15 Cubikfuss.

Die Felsarten aus welchen das Gebirge besteht, haben auf die Gestalt der einzelnen Theile desselben einen merklichen Einfluss, und man kann bei grösserer Uebung und mit geognostischen Kenntnissen ausgerüstet, häufig aus der Form der Gebirge auf ihre Formation, und umgekehrt schliessen. Im Allgemeinen nimmt die schroffe senkrechte Felsenform in dem Verhältnisse ab, wie die schieferige Textur der Gebirgsarten, insbesondere ihre Verwitterbarkeit zunimmt; durch Schichtung und Schieferung wird der Zeit das Werk der Zerstörung erleichtert, und die Abrundung des Eckigen und Scharfkantigen erfolgt leichter.[1])

Die Wasserscheiden selbst haben ebenfalls Gefälle, und bilden wellenförmige Linien, die bald steigen bald fallen. Das allgemeine Gefälle der Wasserscheide selbst, (in ihrer Längenrichtung) wenn man zwei entfernte Punkte mit einander verbindet, ist im Hochgebirge von 4 bis 5°, im niedrigen Gebirge höchstens 1—2°, für Wasserscheiden von Bächen 5—10°, bei Schluchten noch beträchtlicher. Die einzelnen Theile der Länge haben aber wegen der wellenförmigen Gestalt der Wasserscheide oft ein beträchtlicheres Gefälle.

Geognostische Kenntnisse sind für Wegbautechniker von grosser Wichtigkeit, weil die geognostischen Verhältnisse einer Gegend, die Lagerungsverhältnisse der Formationen, die grössere oder geringere Verwitterbarkeit der Gebirgsarten, bei Projectirung von Strassenlinien als wichtige Umstände in Betracht kommen, weil ferner dieselben beurtheilen lassen, ob sich wahrscheinlich brauchbare Materialien für den Strassenbau vorfinden werden.

C. Von den Fuhrwerken.

Wenn einerseits die Beschaffenheit der Strassenbahn von grossem Einfluss auf die grösstmögliche fortzuschaffende Last, so ist andrerseits durch die zweckmässige Einrichtung des Fuhrwerks, für diesen Zweck ebenfalls viel zu erreichen. Es ist daher von Wichtigkeit, die Grundsätze kennen zu lernen, wonach die Fuhrwerke zu construiren sind und wie die Verhältnisse der einzelnen Constructionstheile auf die Verringerung des Widerstandes von Einfluss sind.

---

1) Vergl. Umpfenbach. Theorie des Neubaus etc. der Kunststrassen. 1830. pag 9

Die zweirädrigen Fuhrwerke heissen Karren, die vierrädrigen Wagen. Fuhrwerke mit mehr Rädern, sind, obschon sie einige Vortheile haben, wegen anderer überwiegenden Nachtheile nicht in Gebrauch gekommen.

Die Einrichtung der Räder und Achsen hat vor allen übrigen Theilen des Fuhrwerks einen grossen Einfluss, sowohl auf die Grösse der nöthigen Zugkraft als auf die Erhaltung der Strassen. Im Allgemeinen wird die Einrichtung eines Fuhrwerks als bekannt vorausgesetzt.

Ein Rad besteht aus der Nabe *A* (Fig. 5.) in welcher sich das metallene Futter *B* befindet. *DE* ist eine Radspeiche, *FF* der Rad- oder Felgenkranz, welcher aus kreisförmig geschnittenen, unter sich vergabelten Hölzern, Felgen genannt, hergestellt ist. Die Felgen werden durch den aus mehr oder weniger dickem Flacheisen bestehenden Reif zusammengehalten, welcher mit Nägeln befestigt ist, deren Köpfe eingelassen sind, da sie sonst der Strasse sehr schaden würden.

Die lichte Entfernung zwischen den Innenkannten nennt man Spurweite[1]) und man hat in einigen Ländern eine bestimmte Spurweite der Wagen gesetzmässig verordnet, theils um die Breite der Wagen nicht über ein bestimmtes Maass hinaus geben zu lassen, theils wohl in Rücksicht darauf, dass auf unchaussirten Wegen, wo leicht tiefe Gleise entstehen, Wagen von ungleicher Spurweite kaum würden fahren können ohne Gefahr des Umwerfens.

Der sogenannte Sturz des Rades (Fig. 6) hat den Zweck:

1) Das Rad gut binden zu können; während des Bindens vermehrt sich der anfänglich gegebene Sturz.
2) Ihm seitliche Steifigkeit zu geben und weil die Achsschenkel etwas geneigt sind, aber nicht so stark, dass die Speichen vertikal stehen, federt das Rad etwas bei Stössen.
3) Ermöglicht man eine grössere Breite des Wagenkastens.
4) Wird der anhängende Koth zur Seite geschleudert.
5) Bei stark gewölbten Chausseen, liegen die Reifen in der Breite, bei geneigten Achsschenkeln besser auf.

Die Reifen befinden sich in dem Umfange eines Cylinders, dessen Achse der Achsschenkel ist, da sie, wenn konisch, nicht festsitzen würden.

Breite Radfelgen werden nöthig, wenn man starke Räder haben will. (Fig. 7) der Durchschnitt eines Rades von einem Frachtwagen, wie es z. B. häufig in England in Gebrauch ist, und wo gegen die Seitenstösse die Speichen abwechselnd geneigt sind. Die Fortbewegung des Wagens geschieht bequemer wenn er Spur hält, und auf schlechteren Strassen ist diese leichter einzuhalten, wenn die Nabe auf der Achse etwas verschiebbar, wesshalb der Vorsteckknagel nicht dicht vor der Nabe sich befindet, was indessen zu Verlust an Schmiere Veranlassung giebt; bei besseren Strassen kann man die Achsen in einer Schmierbüchse anbringen, wie es bei leichten Fuhrwerken auch meistens geschieht. (Fig. 8.) Die Büchse *a* ist in der Nabe befindlich. Die Achse mit Ansatz und Scheibe *b* an die Nabe geschraubt, um Ablaufen zu verhindern. *f* Schlussplatte, *g* Schmierloch, *ii* Schmiernuthen, zwischen *a* und *b* ein Ring Filz, um Auslaufen der Schmiere zu verhindern. Vergl. auch (Fig. 9) cylindrische Patent-Achse für leichtes Fuhrwerk, und (Fig. 10,) konische Achse für Frachtfuhrwerk. Das Verhältniss zwischen dem Durchmesser des Rades und der Achse ist bei ordinairen Wagen häufig $^1/_{30}$ und kann bei niedrigen Fracht- oder Blockwagen bis zu $^1/_{12}$ angenommen werden.

Die Höhe der Räder ist sehr variabel und nach der Erfahrung soll die vortheilhafteste Höhe der Räder bei guten Strassen sein:[2])

zweirädrige Frachtkarren	. . . . .	5′ 6″ – 6′ 0″
vierrädrige Frachtwagen.	Vorderräder . . .	3′ 3″
„ „	Hinterräder	4′ 0″ – 4′ 2″
für vierrädriges schnelles Fuhrwerk	Vorderräder .	2′ 9″ – 3′ 0″
„ „ „	Hinterräder .	4′ 0″ – 4′ 6″

Auf schlechten Wegen sollen sie um 6 Zoll bis 1 Fuss höher sein. Die Vorderräder macht man niedriger, theils um sie beim Wenden (z. B. bei Stadtwagen, Droschke etc.)

1) Spurweiten verschiedener Länder in: Krönckе Theorie des Fuhrwerks, pag. 106, oder Wesermann: Handbuch des Strassen u. Brückenbaues, pag. 222.
2) Umpfenbach, pag. 22.

nter den Wagenkasten drehen zu können, theils um die Stränge niedrig genug anspannen zu können. Die Höhe der Räder ist bei manchen Wagen, z. B. Diligencen (franz. Dil. 3^m im Ganzen hoch) dadurch beschränkt, dass für beladene Wagen Bestimmungen über die grösste zulässige Ladungshöhe bestehen, und weil für die Höhe des Wagenkastens ein bestimmtes Maass erforderlich ist. Die Wagen der franz. Diligencen haben $1^m{,}36$ hohe Hinterräder und $0^m{,}86$ hohe Vorderräder. Auf 1000 Lieues[1]) war der Verschleiss an den beiden Vorderrädern $14{,}_{77}$ Kil. an den beiden hinteren Rädern $17{,}_{33}$ Kil. Die Unterhaltungskosten der 4 Räder auf 1000 Lieues betrugen im Ganzen 112 frcs. 82 cent. jährlich. Nach Zurücklegung von 3000 Lieues sind sie unbrauchbar. Dupuit schlägt den Verschleiss der Frachtwagenräder von 17 cent. Felgen-Breite zu 50 Kil. per 1000 Lieues an.

Was den Einfluss des Durchmessers des Rades auf den Widerstand, vorerst die wälzende Reibung betrachtet, angeht, so ist er nach Morin umgekehrt dem Durchmesser des Rades proportional. Dies lässt sich auch wie folgt theoretisch nachweisen.[2]) (Fig. 11.)

In Folge des Drucks Q auf die Basis drückt das Rad die Unterfläche etwas zusammen, so dass es bei O aufruht. Construirt man das Kräfteparallelogramm, dessen Diagonale DR die Kraft, mit welcher das Rad in O aufgedrückt wird, so müssen die Kraftmomente eines Winkelhebels AON gleich sein. $ON = a$ und $OM = f$ gesetzt, hat man, wenn F die Kraft am Umfange, welche der Reibung entspricht

$$Fa = Qf$$

also die Grösse der Reibung

$$F = \frac{f}{a} Q$$

Der Hebelarm f ist eine Erfahrungsgrösse und hängt von der Beschaffenheit der Strasse ab, ist aber immer so klein, dass man statt a den Abstand des Fusspunktes A von der Richtung der Kraft F und statt Q den Gesammtdruck R einsetzen kann,

also ist

$$F = \frac{f}{a} R$$

und folglich, wenn die Richtung der Kraft horizontal ist und durch den Mittelpunkt geht, also $a = r$ ist

$$F = \frac{f}{r} R$$

der sogenannte Reibungscoeficient f der wälzenden Reibung, ist daher keine unbenannte Zahl, sondern eine lineare Grösse, und muss desshalb mit r in gleichem Maasse ausgedrückt werden.

Nach Dupuit und Umpfenbach wächst die wälzende Reibung mit dem Druck direct, aber umgekehrt wie die Quadratwurzel aus dem Radhalbmesser, so dass die Reibung zweier Räder von resp. 4 und 1 Fuss Halbmesser sich wie $\frac{\sqrt{1}}{\sqrt{4}} = \frac{1}{2}$ ververhält. Dies lässt sich durch folgende Betrachtung theoretisch erklären.

Man hat nach der Figur (12) die Momentengleichung

$$P \,.\, cb = Q \,.\, ab$$

$$Pr \cos \alpha = Qr \sin \alpha$$

Es ist $h = r - r \cos \alpha$ also

$$\cos \alpha = \frac{r-h}{r} \quad \text{also} \quad Pr \cos \alpha = P(r-h)$$

$$\sin \alpha = \sqrt{1 - \cos \alpha^2} = \sqrt{1 - \left(\frac{r-h}{r}\right)^2}$$

$$= \sqrt{\frac{r^2 - (r^2 - 2rh + h^2)}{r^2}}$$

$$= \sqrt{\frac{2rh - h^2}{r^2}}$$

1) 5 Lieues = 3 Meilen.
2) Weisbach. Ingenieurmechanik. IIIte Auflage. 1ster Theil, pag. 289.

dies substituirt hat man

$$P = Q \sqrt{\frac{2rh - h^2}{(r - h)}}$$

und weil h, als meistens sehr klein, gegen r vernachlässigt werden kann

$$P = Q \sqrt{\frac{2rh}{r}}$$

$$P = Q \sqrt{2h} \cdot \frac{1}{\sqrt{r}}$$

und $\sqrt{2h}$ als einen Erfahrungscoeffieienten $= \mu$ gesetzt

$$P = \mu Q \cdot \frac{1}{\sqrt{r}}$$

wo μ ebenfalls eine lineare Grösse, in demselben Maass wie r auszudrücken ist.

Gerstner und Brix haben noch eine andere Anschauungsweise, welche wegen der Behandlung des Gegenstandes instructiv ist und mitgetheilt zu werden verdient. [1])

Rollt das belastete Wagenrad (Fig. 13) über einen compressiblen Boden, so drückt es eine Furche oder Gleis in denselben, wobei also eine mechanische Arbeit zu verrichten ist, und man darf annehmen, dass das eingedrückte Erdvolumen dem Drucke proportional sei. Dieser Arbeitsverlust kann wie folgt beurtheilt werden.

Das Rad ABD drückt ein Gleis von der Tiefe $AH = h$ ein und ruht in dem Bogen AB, auf der bei seinem Fortrollen einzudrückenden Erdmasse ABL, während das Gleis auf der hinteren Seite des Rades schon eingedrückt ist. Wird die Horizontalprojection $BH = l$ und die Gleisbreite b gesetzt, so kann das Volumen V des eingedrückten Erdkörpers $ABH = \frac{2}{3} bhl$ gesetzt werden. Ist nun der Widerstand R, welchen der Boden dem Einsinken des Rades entgegensetzt, dem Volumen proportional, so hat man

$$R = \mu V = \tfrac{2}{3} \mu bhl,$$

wo μ eine von der Beschaffenheit des Bodens abhängige Zahl ist. In der Regel ist die Gleistiefe klein gegen den Halbmesser, wesshalb man

$$h = \frac{l^2}{2r} \text{ setzen kann,}$$

daher

$$R = \tfrac{2}{3} \frac{\mu b l^3}{r}.$$

R muss aber auch gleich dem Gewicht des belasteten Rades sein, da der Boden dies Gewicht aufnehmen muss. Man kann daher umgekehrt aus demselben

$$l = \sqrt[3]{\frac{3Rr}{\mu b}} \text{ berechnen.}$$

Der Widerstand R ist ein Inbegriff von lauter parallelen Kräften und hat daher seinen Angriffspunkt im Schwerpunkt S des verdrängten Bodens. Der Abstand des Schwerpunkts von der Achse, oder die Mittelkraft der parallelen Kräfte ist $CM = \frac{3}{8} HB = \frac{3}{8} l$, folglich hat man das Moment, mit welchem R der Umdrehung des Rades entgegenwirkt.

$$R \cdot CM = R \cdot \tfrac{3}{8} \sqrt[3]{\frac{3Rr}{\mu b}} = \tfrac{3}{8} \sqrt[3]{\frac{3R^4 r}{\mu b}}$$

und da man statt R auch Q setzen kann, die gleichen Momente

$$Pr = \tfrac{3}{8} \sqrt[3]{\frac{3Q^4 r}{\mu b}}$$

---

1) Weisbach. Ingenieurmechanik 3te Aufl 2te Abtheilung. pag. 579.

oder die Zugkraft

$$P = \frac{3}{8r} \sqrt[3]{\frac{3\,Q^4\,r}{\mu b}}$$

$$P = \frac{1}{8} \sqrt[3]{\frac{3\,Q^4}{\mu b r^2}}$$

also wächst hiernach die erforderliche Zugkraft mit der $^4/_3$ Potenz der Belastung, und im umgekehrten Verhältniss mit der Cubikwurzel aus der Felgenbreite b und aus dem Quadrate des Halbmessers.

Ist φ der Coefficient der Zapfenreibung und ϱ der Zapfenhalbmesser, so ist in bekannter Weise der desfallsige Antheil an Zugkraft $= Q\,\frac{\varrho}{r}$ (wobei von Q eigentlich das Gewicht der Räder abzusetzen) also ist die gesammte Zugkraft durch

$$P_0 = \varphi\,\frac{\varrho}{r}\,Q + \psi \sqrt[3]{\frac{Q^4}{br^2}}$$

auszudrücken wenn $\psi = \frac{3}{8}\sqrt{\frac{3}{\mu}}$ ist.

Nach dem Morinschen Resultate ist also

$$P_0 = \varphi\,\frac{\varrho}{r}\,Q + \psi_1\,\frac{Q}{r}$$

und nach den Dupuitschen

$$P_0 = \varphi\,\frac{\varrho}{r}\,Q + \psi_2\,\frac{Q}{\sqrt{r}}.$$

In den practischen Versuchen über Widerstände der Fuhrwerke auf Strassen, sind indessen die Coefficienten φ und ψ schon in einem Werth zusammengefasst, wesshalb die Anführung von Zahlenwerthen für jeden einzelnen, zumal solche sehr abweichend sind, kein Interesse hat. Aus allen obigen Formeln gehen übrigens folgende Sätze hervor, welche die Praxis zum Theil bestätigt.

1) Die Zugkraft ist proportional dem Drucke.

2) Es ist vortheilhaft möglichst hohe Räder anzuwenden.

3) Auch ist es für die Zugkraft im Allgemeinen vortheilhaft, breite Felgen anzuwenden, wogegen Dupuit aus seinen Versuchen gefunden haben will, dass die Zugkraft von der Felgenbreite (wie auch von der Geschwindigkeit) unabhängig sei.

Diese abweichenden Resultate sind erklärlich, wenn man berücksichtigt, dass die Versuche unter verschiedenen nicht genau in Vergleichung zu stellenden Umständen stattgefunden haben. Dass indessen auf weichem Boden breite Felgen vortheilhaft sein müssen, und auf harten Bahnen der Einfluss der Breite mehr verschwindet, ist leicht einzusehen. Allerdings kommt das grössere Eigengewicht der breitfelgigen Wagen als nachtheilig in Frage.

Die Stabilität eines Wagens gegen Umfallen beim Sichschrägstellen ist um so grösser, je niedriger der Schwerpunkt der Last und je grösser die Spurweite ist. Man hat in Fig. 14.

$$F' = \frac{d}{2}\cos\beta \perp (r + a)\sin\beta$$

als Hebelarm der Last. Ist also

$$\frac{\sin\beta}{\cos\beta} = \operatorname{tang}\beta = \frac{d}{2\,(a + r)}$$

so ist der Wagen im labilen Gleichgewicht. Kommt dies Schiefstellen durch einen

Stoss zu Stande, welcher eine Trägheitskraft R erzeugend angesehen wird, so stürzt der Wagen noch leichter um, denn man hat Gleichgewicht wenn

$$Rd = Q\left(\frac{d}{2}\cos\beta - (a+r)\sin\beta\right)$$

oder wenn

$$\text{tang}\,\beta = \frac{d}{2\,(a+r)} - \frac{Rd}{Q(a+r)\cos\beta}.$$ [1])

Morin machte aus den von ihm vorgenommenen Versuchen folgende Schlüsse, welche er als Grundlage einer Gesetzgebung für die zulässige Belastung der Fuhrwerke annehmen zu können glaubt.[2])

Der erforderliche Zug auf Pflaster- oder Steinschlagbahnen ist

1) sehr nahe proportional dem Gewicht und umgekehrt dem Radius der Räder.

2) Er ist unabhängig von der Anzahl der Räder und fast unabhängig von der Felgenbreite. Auf compressiblem Terrain nimmt er mit der Felgenbreite ab.

3) Auf weichem und compressiblen Terrain wie z. B. gewachsenem Boden, Sand, Erdbahnen, ist der Widerstand unabhängig von der Geschwindigkeit, sowohl für Wagen mit, als ohne Federn.

4) Im Schritt von $3^1/_2$ Fuss (1^m) pro Secunde ist auf gutem Pflaster und Steinschlagbahnen der Widerstand derselbe, für Wagen mit oder ohne Federn. Von dieser Geschwindigkeit ab, wächst der Widerstand nahezu proportional mit der Zunahme der Geschwindigkeit, die Zunahme des Zuges ist aber um so geringer, je weniger steif der Wagen, je besser die Federn und je glatter die Strasse ist.

5) Auf einem guten und dichten Pflaster ist der Widerstand im Schritt nur $^3/_4$ von dem der besten Steinschlagbahnen, und im Trab ist bei gut aufgehängten Wagen der Widerstand auf dem Pflaster gleich dem auf einer guten Steinschlagbahn. Auf schlechtem und mittelmässig unterhaltenen Pflaster mit grossen Fugen, ist er im Trab (12000 bei 13000^m pr Stunde) grösser, als auf guten Steinschlagbahnen.

6) Die Neigung des Zuges, welche dem Maximum des Nutzeffects entspricht, muss im Allgemeinen mit dem Widerstand des Bodens wachsen, und um so grösser sein, je kleiner die Vorderräder sind. Auf gewöhnlichen Strassen führt dies dahin, dass man sich der horizontalen Richtung, so viel es die Construction des Fuhrwerks erlaubt, möglichst nähert.

7) Es ist nicht richtig, die Belastung proportional der Felgenbreite wachsen zu lassen, in diesem Falle ruiniren die breiten Felgen die Strassen mehr, als die schmalen (und zwar weil die breiten Felgen nach längerem Gebrauch convex werden, auch die Bahn nicht ganz eben ist.)

8) Bei gleicher Belastung ruiniren die $0^m{,}_{06}$ breiten Felgen die Steinschlagbahnen mehr, als die $0^m{,}_{115}$ bis $0^m{,}_{175}$ breiten Felgen, unter letzten beiden Dimensionen ist wenig Unterschied. Im Interesse der Erhaltung der Strassen braucht man daher nicht Felgen über $0^m{,}_{12}$ breit anzuwenden.

9) Wagen mit Federn im Trab von $12000 - 13000^m$ pr Stunde, greifen die Strassen weniger an, als Wagen ohne Federn im Schritt.

Die Resultate der Versuche finden sich ausser in dem citirten Werke, auch in **Morin, Aide mémoire de mécanique pratique**; Tabelle pag. 340 etc. worauf hier verwiesen wird, und welche das Verhältniss des Zuges zum ganzen Gewicht (dasjenige des Fuhrwerks inbegriffen) für Strassen von verschiedener Beschaffenheit giebt. Man findet z. B. danach die erforderliche Zugkraft einer Diligence der Messageries générales, welche 4400 Kil. wiegt, bei starkem Trabe auf einem Pflaster von Sandstein von Fontainebleau $\frac{4400}{32{,}_7} = 134{,}_5$ Kil. also für jedes der gewöhnlich vorgespannten 5 Pferde, $26{,}_9$ Kil. und den Widerstand derselben Wagen auf einer Steinschlagstrasse, abgenutzt, mit Spurgleisen voll Koth, bei starkem Trabe

$$\frac{4400}{14{,}_9} = 295{,}_5 \text{ Kil.},$$

weshalb jedes der dann anzuspannenden 6 Pferde $49{,}_2$ Kil. Zugkraft ausüben muss.

---

1) Weiteres in Weisbach Ingenieur-Mech. IIIte Aufl. 2te Abth. pag. 592.

2) Experiences sur le tirage des voitures et sur les effets destructeurs, qu'elles exercent sur les routes; par A. Morin. Paris 1842.

Mac Neil (Rudimentary art of constructing and repairing roads by H. Law.) giebt folgende Regel. Sei R die erforderliche Kraft, um das Fuhrwerk zu bewegen, W das Gewicht des Fuhrwerks, ω das der Last, alles in Pfunden, v die Geschw. in Fussen pr Sec. und c eine von der Beschaffenheit der Bahn abhängige Constante, deren Werth wie folgt:

Auf Holzbahn	$c = 2$
Auf Pflasterbahn	$c = 2$
Auf gut gemachter Steinschlagbahn, rein und trocken	$c = 5$
Desgl. bedeckt mit Staub	$c = 8$
Desgl. feucht und sehr schmutzig	$c = 10$
Desgl. Kies oder Feuerstein (Flint) Weg, rein u. trocken.	$c = 13$
Desgl. feucht und schmutzig	$c = 32$

Für einen gewöhnlichen Wagen (common stage wagon) ist

$$R = \frac{W + \omega}{93} + \frac{\omega}{40} + cv$$

und für einen in Federn hängenden Wagen, (stage coach)

$$R = \frac{W + \omega}{100} + \frac{\omega}{40} + cv$$

z. B. eine stage coach 2060 Pfd. schwer mit 1100 Pfd. Ladung zu bewegen, über Steinschlagbahn mit Staub (dust) bedeckt, mit 9 Fuss Geschwindigkeit pr Secunde

$$\frac{2060 + 1100}{100} + \frac{1100}{40} + 8.9 = 131 \text{ ℔}$$

als erforderliche Zugkraft.

Bevan[1]) hat folgende Zugkräfte ermittelt, das Gewicht des Wagens = 1000 gesetzt.

Art der Strasse	Zugkraft	Widerst.-Coefficient
Loser Sand	204	$^1/_5$
Neu beschüttete Chaussee	143	$^1/_7$
Gewöhnlicher Nebenweg	106	$^1/_9$—$^1/_{10}$
Harter fester Lehm	53	$^1/_{19}$
Trockner harter Wiesengrund	40	$^1/_{25}$
Etwas kothige Chaussee	34½	$^1/_{29}$
Chaussee frei von Schutt und Koth	30½	$^1/_{33}$

Nach Gordon hat man zur Fortbewegung einer Tonne oder 20 Ctnr. engl. Gewicht, (2240 ℔ engl.), die Zugkraft bei gleicher Geschwindigkeit auf verschiedenen horizontalen Strassen wie folgt:

Art der Strasse	Zugkraft	Widerst.-Coefficient
	Pfund *av. d. p.*	
Auf einer schlechten Stein- oder Kies-Chaussee	140	$^1/_{14}$
Auf einer vorzüglichen Steinstrasse nach Mac Adam oder Telford, aus kleinen Steinen bestehend, oder nach Mac Neil mit cementirtem Fundamente, nie weniger als	43	$^1/_{46}$
Auf einem guten Londoner Steinpflaster von behauenen Steinen.	32	$^1/_{62,5}$
Auf einer Patentstrasse von Bitumen	15	$^1/_{133}$
Auf Granitblöcken für die Wagenräder, nach der Construction von James Walker	12	$^1/_{166}$
Auf einer Kanteneisenbahn	10	$^1/_{200}$

1) Steenstrup. Anlage und Unterhaltung der Land-strassen. 1813. pag. 39.

Schwilgué findet aus einer grossen Anzahl Angaben und Thatsachen, dass sowohl für Lastwagen, als Diligencen, die nützliche Wirkung der Kraft des Pferdes auf der gepflasterten und macadamisirten Bahn zwischen Rouen und Paris sich wie 3 : 2 verhält.

Nach Bockelberg kann man setzen:[1])

Auf den besten Steinbahnen	$\frac{1}{15}$
Auf guten „	$\frac{1}{20}$
Auf schlechten „	$\frac{1}{25}$
Auf ebenen, festen, trocknen Erdwegen	$\frac{1}{30}$
Auf schlechten „	$\frac{1}{10}$
Auf den schlechtesten „	$\frac{1}{5}$

Die erstere Zahl ist jedenfalls als Grenzwerth, welcher nur unter den günstigsten Umständen erreicht wird, zu betrachten.

Was die bereits erwähnte Breite der Felgen anbetrifft, so hat sich die Wegegesetzgebung vielfach damit beschäftigt, ein bestimmtes Verhältniss der Felgenbreite zum Ladungsgewicht festzustellen, um die Strasse keinem grössern, als einem für zulässig gehaltenen Drucke auszusetzen. Doch sind die ursprünglichen Ansichten über die Nützlichkeit der breiten Felgen auf befestigten Strassen sehr schwankend geworden, und man scheint ziemlich übereinstimmend der Ansicht, dass über eine gewisse Breite der Felgen hinaus die Vertheilung des Drucks nicht mehr proportional der Felgenbreite stattfindet, da letztere durch Abnutzung bald convex werden. Die conischen Felgen werden bei Lastwagen immer mehr abgeschafft.

Indessen hat ein betreffendes Gesetz seine grossen Schwierigkeiten, denn während den Interessen der Transportindustrie nicht dadurch, dass man für die Strasse sorgen will, zu nahe getreten werden darf, ist auch die Handhabung in vielen Fällen schwierig, umständlich und oft nicht durchführbar. Man neigt sich daher immer mehr der Ansicht zu, dass die Begränzung des Gewichts der Wagen für die Bahn nicht von so grosser Wichtigkeit ist, wie man bisher geglaubt hat, und bemüht sich, das beste Material, wenn auch zu hohen Preisen, für die Oberfläche der Strasse zu verwenden, um einschränkende Vorschriften über Felgenbreite möglichst entbehren zu können. Genau genommen ist auch die zulässige Belastung für jedes andere Strassen-Material eine andere.

Die Erfahrung lehrt z. B. dass selbst die macadamisirten Strassen in London, obgleich die Frequenz hier sehr gross und auch mit schweren Lasten, doch in einem guten Stande gehalten werden können.

Im Jahre 1833 hatte z. B. eine beladene Diligence ein Gewicht von 3 Tonnen (3000 Kil.) und die Räder hatten eine Breite von $1^3/_4''$ ($4{,}_4$ centim.) aber die Felgen waren convex und ruhten eigentlich nur mit 1'' oder selbst $^1/_2''$ ($2{,}_{54}$ und $1{,}_{27}$ cent). auf, es kommen also 295 bis 590 Kil. auf eine 1 Centimeter breite Zone. Mac Adam erklärte (1833), dass die Convexität der Räder an den 3000 Kil. wiegenden Diligencen so gross sei, dass die Berührungsfläche der Radfelgen selbst nur $^1/_4''$ (7 Mill.) betrüge, wodurch eine Zone über 1070 Kil. zu tragen habe. Nach Dumas konnte man es an einer nur 10 Centim. dicken und nicht völlig festen Bahn, freilich kaum bemerken als eine Karre mit 16 Centim. breiten Felgen, mit 15000 Kil. geladen und von 33 Pferden gezogen, auf 1000^m Länge sie passirt hatte, indessen entscheidet dies Nichts, da die Zerstörung, welche ein einzelner schwerer Wagen anrichtet, nicht sogleich bemerkbar ist, weil das Material der Bahn vorläufig zerknittert und erst unter den fernerweit darüber hingehenden Lasten zerdrückt wird.

Nach dem Gesetz vom 19. Juli 1823 dürfen die Wagen in England die in der folgenden Tabelle angeführten Gewichte haben, für Mehr wird Uebergewicht bezahlt.

---

1) Beziehung zwischen Ansteigung der Strassen und Nutzleistung der Zugthiere. Zeitschrift des hannov. Architecten- und Ingenieur-Vereins. Bd. II. 1856.

Art der Wagen.	Erlaubtes Gewicht. Sommer 1. Mai bis 31. Oct.	Winter. 1. Nov. bis 30. April.
Ein 4rädriger Wagen mit 9″ breiten Felgen.	6 Tons 10 Ctnr.	6 Tons 0 Ctnr.
Ein 2rädriger Wagen mit ähnl. Felgen.....	3 „ 10 „	3 „ 0 „
Ein 4rädr. Wagen mit Felgen zwischen 9″ und 6″ Breite.....	4 „ 15 „	4 „ 5 „
Ein 2rädr. Wagen mit ähnl. Felgen	3 „ 0 „	2 „ 15 „
Ein 4rädr. Wagen mit 6″ bis $4^1/_2$″ Felgen..	4 „ 5 „	3 „ 15 „
Ein 2rädr. Wagen mit ähnl. Felgen	2 „ 12 „	2 „ 7 „
Ein 4rädr. Wagen mit weniger als $4^1/_2$″ Felgen.	3 „ 15 „	3 „ 5 „
Ein 2rädr, Wagen mit ähnl. Felgen	1 „ 15 „	1 „ 10 „
Ein 4rädr. Wagen zum Transport von Kaufmannsgütern und mit Federn versehen..	4 „ 5 „	3 „ 15 „

In Frankreich hat die Gesetzgebung ebenfalls viele Versuche gemacht, sowohl die Stärke der Bespannung im Sommer und Winter, als auch die Felgenbreite festzustellen, indessen erlitten die Vorschriften häufige Aenderungen. Im Jahre 1837 wurde auf das Gutachten einer Commission für zweckmässig erkannt, das Gewicht der Wagen in einem geringern Verhältniss, als die Breite der Felgen zunehmen zu lassen, denn die Wölbung der Bahn, die convexe Form der Felgen und die Unebenheiten der Strasse lassen letztere nie in ihrer ganzen Breite aufruhen. Was die Gränze anbetrifft, wo die Wagen anfangen die Bahn zu beschädigen und bis zu welcher man gehen dürfe, so sei diese nicht über 100 Kil. pro Centim. Zone und zwar für den Sommer wohl 120 Kil. zu setzen, man nahm indessen 145 Kil. als Basis an.[1]) Auf den Durchmesser der Räder und die gleichmässige Verpackung wurde keine Rücksicht genommen. Die Belastung für Wagen ohne Federn im Schritt, variirte in dem desfallsigen Gesetz vom 15., Febr. 1837, von 123 Kil. (Winter) bis 145 Kil. (Sommer) für Karren mit 2 Rädern, und von 100 bis 120 Kil. für Wagen mit 4 Rädern (wahrscheinlich wegen der oft ungleichen Belastung). Für Diligencen, Messagerien und andere öffentliche Wagen zum Transport von Reisenden oder Handelswaaren mit 4 Rädern, auf metallenen Federn ruhend und im Trott, 90 (Winter) bis 100 Kil. per Cent. Zone.

Durch eine Bestimmung vom 4. Febr. 1839 wurden mehre Strassen- und Brücken-Ingenieure mit der Prüfung der von Morin und Dupuit gemachten Untersuchungen beauftragt. Emmery[2]) hat einen interessanten Rapport erstattet, der im Wesentlichen das Folgende enthält.

1) Die breiten Felgen sind verwerflich, die schmalen Felgen aber, sobald die Ladung in einem passenden Verhältniss zur Breite der Felgen verringert wird, am wenigsten nachtheilig für die Bahn.

2) Je grösser der Durchmesser der Räder, um so weniger leidet die Bahn, wegen der grösseren Berührungsfläche der Räder, welche die Materialien eher comprimiren, als deplaciren Bei gleicher Felgenbreite erlauben die grösseren Räder auch grössere Ladung, als die kleinen.

3) Durch einen mit Federn versehenen Wagen im Trab, wird die Bahn nicht mehr beschädigt, als durch Wagen ohne Federn im Schritt.

Es werden daraus folgende Schlüsse gezogen:

a. Die $0^m{,}17$ breitfelgigen Räder sind nicht zuzulassen, und die Maximalbreite darf $0^m{,}12$, die Minimalbreite $0^m{,}06$ sein.

1) Indessen sollte man die Beschaffenheit des Strassen-Materials dabei berücksichtigen.

2) Recherches sur les principes, qui paraissent devoir former la base d'une nouvelle législation pour la police de roulage par Emmery. Ann. d. p. et chauss. 1841 2t. sem. pag. 257.

b. Es müssen Prämien ausgesetzt werden, die je nach der Grösse der Räder steigen, und es werden folgende 4 Classen von Rädern vorgeschlagen:

		Meter	Meter	Meter
kleine Räder	$1_{,00}$	$1_{,167}$	$1_{,33}$	$1_{,50}$
grosse Räder	$1_{,667}$	$1_{,883}$	$2_{,00}$	$2_{,155}$

c. Der Weggeldtarif ist auf eine doppelte Proportionalität, nämlich im Verhältniss des Diameters der Räder und der Breite der Felgen zu basiren.

d. Als vergleichende Zone hat man einen 1 Cent. breiten Rand, und als Einheit der Ladung 125 Kil. per Zone angenommen, was auch in der schlechteren Jahreszeit für nicht zu viel gehalten wurde.

e. Frachtwagen ohne Federn im Trab sind für die Strassen sehr nachtheilig (auch leiden die Wagen selbst).

Nach diesen Grundsätzen sind neue Tarife bearbeitet.[1]) Für zweckmässig hielt man eine Vertheilung der Last auf mehre kleine Wagen, wie z. B. die 4rädrigen burgundischen Wagen (chariots comtois), die bei 5 bis 6 Cent. breiten Felgen nur mit einem Pferde bespannt sind, und wo oft 5 Wagen von einem Führer bedient werden, was für die Strassenbau-Unterhaltung allerdings sehr günstig, aber nicht durchführbar ist. In anderen Ländern sind ebenfalls Vorschriften über Belastung und Felgenbreite vorhanden. Z. B. darf in Schleswig-Holstein bei 6″ Radfelgen ein 4rädr. Fuhrwerk im Sommer 12774 Pfund, im Winter 10645 ℔ laden.[2]) In Oesterreich findet man viele schmale Felgen, weil viele Landwege noch vorhanden, in denen die Gleise so tief und schmal sind, dass man nur mit Wagen von ganz gleicher Spurweite und schmalen Radfelgen fortkommen kann.

Ueber das Gewicht der Wagen noch folgende Notizen.

In Frankreich variirt das mittlere Gewicht der wichtigsten Theile der zweirädrigen Frachtwagen je nach der Felgenbreite wie folgt:

Felgenbreite.	Die 2 Räder	Die Achse	Das Obergestell	Ganzes Gewicht
Karren von	Kilom.			
8 Cent. Felgenbreite	240	60	200	500
11 „ „	510	90	300	900
14 „ „	680	120	400	1200
17 „ „	850	150	500	1500
25 „ „	1210	190	800	2200

Das mittlere Gesammtgewicht der vierrädrigen Frachtwagen beträgt:

Bei einem einspänn. Wagen (chariots comtois) 350 Kil.

Bei 11 Centim. Felgenbreite 1500 Kil.

Bei 14 „ „ 2000 „

Bei 17 „ „ 2500 „

Bei 22 „ „ 3400 „

und nach Berthault-Ducreux übersteigt die stärkste Ladung der Karren nie 210 bis 220 Kil. per Zone und der 4rädr. Wagen nie 100 bis 120 Kil. per Zone.

Die Frachtfuhrwerke in den Rheingegenden wiegen bis 200 Centner, wenn sie geladen sind.

In Holstein und Schleswig wird das Gewicht eines leeren Frachtwagens auf den Chausseen, nach der Wegeverordnung vom 1. März 1842 §. 92 mit Einschluss allen Zubehörs, als Leinwand, Stroh, Ketten und Winden:

a. Bei vierrädrigen Fuhrwerk mit einer Felgenbreite von unter 5″ zu 4000 ℔

von 5 bis 6″ zu 4500 „

von 6″ und darüber zu 5000 „

und bei zweirädr. Fuhrwerk zur Hälfte dieser Sätze gerechnet.

In England wiegen die Diligencen (stage coaches) der leere Wagen 1000 Kil.

Die Reisenden, Waaren etc. . . . . 2000 „

3000 Kil.

1) Steenstrup pag. 337.

2) Hannover siehe unten.

Die Ladung ist hier $^2/_3$ des Gewichts, welches günstige Verhältniss nur selten erreicht wird, indessen wie die Strassen sich verbessern, können die Wagen leichter construirt werden. Nach den Modellen von 1841 war das Gewicht von der grossen 11 Cent. breitfelgigen Messagerie-Wagen für 16 Reisende, (3 im Coupé, 6 im Innern, 4 in der Rotonde, 3 auf der Impériale), wie folgt:

Beschlagenes Wagengestell ohne Räder	235,0	Kil.
Der Vorderwagen	120,0	„
Wagendeichsel mit Zubehör	48,50	„
Hemmschuh und Hemmkette	85,0	„
Zwei hintere Räder	240,0	„
Zwei vordere Räder	190,0	„
Beschlagener Kasten ohne Garnitur	990,0	„
Innere Garnitur des Kastens	81,50	„
Sitze mit Garnitur, Regenschirm und Decke üb. dem Kasten	125,50	„
Das complete Takelwerk	44,50	„
Summa Gewicht des Wagens für 16 Reisende	2160	Kilogramm.

Die Belastung ist wie folgt:

In den 3 Abtheil. des Kastens 13 Reisen à 75 Kil.		975	1125
In den Koffern 3 Geldbeutel à 10000 Francs		150	
Ladung	Auf der Impériale: der Conducteur, Postillon u. 3 Reisende	375	1325
	Bagage 30 Kil. per Reisend.	480	
	In Waaren	470	
	Summa Ladung	2450	

Zusammen 4610 Kilogramm.

Nach dem preuss. Reglement vom 24. April 1838 durften die Extraposten, ohne Unterschied der Wagenspur, auf den chaussirten Strassen folgende Gewichte der Ladung im Verhältniss der Pferdezahl haben:

	Pferdezahl	Gewicht der Ladung Pfund
Leichte, offene, oder mit einem Leinwandverdecke versehene, auf der Achse ruhende Kaleschen, Kaleschen mit bedeckten Einschnallstühlen, auch hinten in Federn hängende Chaisen	2	bis 800
	3	800—1200
	4	1200—1600
Chaisen, die hinten und vorn in Federn hängen, oder auf Druckfedern ruhen, auch leichte zweisitzige Batards	2	bis 600
	3	üb. 600—900
	4	üb. 900—1200
	5	üb. 1200—1500
Kutschen mit ganzem, festen Verdeck, auch Landauer	3	bis 600
	4	üb. 600—1000
	5	üb. 1000—1400
	6	üb. 1400—1800
	7	üb. 1800—2200
	8	üb. 2200—2600

Bei Ermittlung des Gewichts der Ladung, Person über 16 Jahr — 150 ℔, 13—16 Jahr — 100 ℔, 5—12 Jahr —50 ℔, 1 oder 2 Kinder unter 5 Jahr nicht gerechnet, 3 oder 4 Kinder unter 5 Jahr zu 100 ℔.

Nach Bokelberg hat man folgende Tabelle der Mittelwerthe des Drucks, welchen jedes Rad der nachstehend angeführten 4rädr. Fuhrwerke im ruhenden Zustande auf seine Unterlage ausübt.[1])

1) Einspänniges, unbeladenes, leicht gebautes Landfuhrwerk	200	Pfund
2) Einspännige leere Kutschen	200—250	„
3) Zweispänniges, leeres, leichtes Land- und Reisefuhrwerk	300	„
4) Einspänniges, leeres Lastfuhrwerk	350	„

1) Auch in Techn. Anweisung zum Bau und zur Unterhaltung der Kunststrassen in Hannover. 1860.

5) Zweispänniges leeres Reise- und Landfuhrwerk starker Bauart, leere Posten und einspännige schwer beladene Kutschen	450	Pfd.
6) Vierspänniges leeres Landfuhrwerk starker Bauart, leerer Omnibus; zweispänniges leeres Lastfuhrwerk; einspänniges, beladenes, leichtes Landfuhrwerk , ...	600	„
7) Vierspänniges, leeres Lastfuhrwerk mit schmalen Radfelgen; einspänniges beladenes Landfuhrwerk starker Bauart; zwei- und dreispännige beladene Post- und Reisewagen . . .	800	„
8) Zwei- und dreispänniges leeres Frachtfuhrwerk mit 4 Zoll breiten Rädern	1000	„
9) Einspänniges, beladenes Lastfuhrwerk mit schmalen Rädern.	1200	„
10) Einspänniges, beladenes Frachtfuhrwerk; vierspänniges, leeres Frachtfuhrwerk mit breiten Rädern	1400	„
11) Zweispänniges beladenes Landfuhrwerk stärkerer Gattung.	1700	„
12) Zweispänniges beladenes Lastfuhrwerk, mit schmalen Rädern	2400	„
13) Zweispänniges beladenes Frachtfuhrwerk, mit schmalen Rädern	2700	„
14) Zweispänniges beladenes Frachtfuhrwerk mit 4 Zoll breiten Rädern	3000	„
15) Zweispänniges schwer beladenes Frachtfuhrwerk mit 6″ breiten Rädern	3400	„
16) Ein Fuhrwerk mit der höchsten gesetzlich zulässigen Ladung und mit Rädern von weniger als 6″ Breite . . .	3575	„
17) Ein desgl. mit 6 bis 8″ breiten Rädern	3850	„
18) Ein desgl. mit 8 bis 10″ breiten Rädern	4125	„
19) Ein desgl. mit 10″ breiten Rädern	4400	„
20) Ueberladene Frachtwagen mit 6″ breiten Rädern in wirklich vorgekommenen Fällen	6500—10000	„
21) Transportwagen mit einer leichten Locomotive beladen, etwa.	12000	„
22) Desgl. mit einer schwereren Locomotive beladen, etwa. .	16000	„

Folgende Tabelle ebenfalls von Bokelberg giebt etwas übersichtlicher das durchschnittliche Gewicht der unbeladenen Wagen.[1])

A. Leichtes Landfuhrwerk.

Einspänner	8	Centner.
Zweispänner	12	„
Vierspänner	16	„

B. Schweres Landfuhrwerk.

Zweispänner	18	Centner.
Vierspänner	24	„

C. Gewöhnliches Lastfuhrwerk.

Einspänniges.	14	Centner.
Zweispänniges	25	„
Dreispänniges.	28	„
Vierspänniges	32	„

D. Frachtfuhrwerk mit 4″—6″ Folgen.

Zweispänner	40	Centner.
Dreispänner	50	„
Vierspänner	60	„
Mehrspänner	70	„

1) Zeitschrift des hann. Arch. und Ing.-Vereins. Band I. 1855, pag. 74.

E. Postwagen.

Zwei- und dreispännige	18	Centner.
Vierspännige für 9 Personen . .	35	„

F. Kutschen.

Einspännige leichte	10	Centner.
Zweispännige leichte	14	„
Desgl. schwere	18	„
Englische Stage coach	24	„
Omnibus, leichter	24	„
Franz. Messagerie-Wagen für 16 Reisende.	45	„

Die Nutzladung pro Pferd nimmt bei der wachsenden Kopfzahl der Bespannung des Frachtfuhrwerks, unter übrigens gleichen Umständen, ungefähr folgendermaassen ab:

einspännig	45	Centner,
zweispännig	44	„
dreispännig	39	„
vierspännig	36	„
fünfspännig	33	„
sechsspännig	29	„
siebenspännig	25	„
achtspännig	22	„

welche Verhältnisszahlen jedoch nur durchschnittliche Mittelzahlen sind.

D. Von den Leistungen der Zugthiere.

Die mechanische Arbeit bei Leistungen thierischer Motoren, kommt dadurch zu Stande, dass irgend ein Widerstand mit einer bestimmten Geschwindigkeit und während einer gewissen Zeit, in ihm entgegengesetzter Richtung überwunden wird. Diese drei Factoren sind bei jedem thierischen Motor z. B. bei dem Pferde, je nach der Race, Beschaffenheit, der gewohnten Arbeit, der Fütterung, nach der Art der Arbeit, und nach sonstigen Umständen sehr verschieden, indessen wird es bei jedem einen bestimmten Werth jedes der drei Factoren geben, welcher die mechanische Arbeit zu einem Maximum werden lässt, weil man das Thier dann seiner Natur am entsprechendsten arbeiten lässt. Hieraus folgt auch, dass die Vermehrung der Geschwindigkeit, eine Verminderung entweder der Kraft, oder der Arbeitszeit, oder auch beider; die Vermehrung der Zugkraft eine Verminderung der Geschwindigkeit oder Arbeitszeit, oder beider, u. s. w. im Gefolge haben muss, falls nicht auf die Dauer die normale Leistungsfähigkeit durch Ueberarbeitung gefährdet sein soll; immer aber wird durch eine Abweichung von den mittleren oder Normal-Werthen, die Maximalleistung überhaupt herabgezogen, wie sich auch theoretisch zeigen lässt.

Hat das Thier bei der

mittleren Geschw. c	während der mittleren Zeit t	die mittlere Zugkraft k
und die Geschwindigkeit wird $c \pm nc = v$	die Zeit bleibt t	so ist dann nach Obigem die Kraft $k \mp nk$
bleibt die Geschwindigkeit c	die Zeit wird aber $t \pm mt = z$	so ist dann die Kraft $k \mp mk$
Ist $c \pm nc = v$	$t \pm mt = z$	so ist dann $k \mp nk \mp mk = K.$

Diesen Werth für K kann man auch schreiben

$$K = k + (\mp nk) + (\mp mk) = k\left[(1 + (\mp n) + (\mp m)\right]$$

und man findet, wenn man für die oberen Zeichen entwickelt, aus

$$c + nc = v; \quad n = \frac{v - c}{c}$$

$$\text{aus } t + mt = z; \quad m = \frac{z - t}{t}$$

und diese Werthe substituirt und die Zeichen beachtet:

$$K = k\left(1 + \frac{c - v}{c} + \frac{t - z}{t}\right)$$

und reducirt, die zu benutzende Hauptformel

$$\text{I)} \quad K = k\left(3 - \frac{v}{c} - \frac{z}{t}\right)$$

unter dem Namen der Maschek'schen [1]) Kraftformel bekannt.

Es sind noch anders gebaute Kraftformeln von Bouguer, Gerstner und Euler bekannt, [2]) indessen lässt sich mit der vorstehenden bequem rechnen und sie giebt mit der Praxis gut stimmende Resultate, weshalb sie hier beibehalten werden mag.

Um zu zeigen dass für die mittlern Werthe der Factoren, die mechanische Arbeit ein Maximum wird, hat man allgemein die mechanische Leistung:

$$L = kvz$$

$$\text{oder } L = k\left(3 - \frac{v}{c} - \frac{z}{t}\right) vz = 3kvz - \frac{kv^2z}{c} - \frac{kvz^2}{t}$$

Zuerst die Geschwindigkeit als veränderlich gedacht, ist das 1. Diff. Verhältniss

$$\frac{dL}{dv} = \frac{df(v)}{dv} = 3kz - \frac{2kvz}{c} - \frac{kz^2}{t} = o$$

$$\text{und daraus } v = \frac{3ct - cz}{2t};$$

eben so die Zeit als veränderlich:

$$\frac{dL}{dz} = \frac{df(z)}{dz} = 3kv - \frac{kv^2}{c} - \frac{2kvz}{t} = o$$

$$\text{also } z = \frac{3ct - vt}{2c};$$

diesen Werth in den für v gefundenen gesetzt, erhält man $v = c$;
und diesen Werth in den für z gesetzt:

$$z = t; \text{ mithin Max. } L = kct.$$

Betrachtet man nun den Fall, wo das Pferd eine geneigte Ebene hinauf steigt, so hat dasselbe, ausser dem Gewicht der Last multiplicirt mit dem Widerstandscoefficienten, und dem relativen Gewicht derselben, noch sein eignes Gewicht hinauf zu bringen, welches daher in der Richtung der Steigung zerlegt, von der Zugkraft abzusetzen sein wird. Bei sehr steilen Steigungen würde auch die Verminderung des normal zur Ebene drückenden Gewichts des Pferdes noch zu berücksichtigen sein. Ist Q die zu bewegende Last in Pfunden, μ der Widerstandscoefficient, aus Versuchen gefunden, und α der Neigungswinkel der Strasse, so ist die erforderliche Zugkraft auf der geneigten Strasse: (Fig. 15)

---

1) Maschek. Theorie der menschlichen und thierischen Kräfte. Prag, 1842.
2) Weisbach. Ingenieur-Mechanik.

$$Z = Q \cos \alpha \mu + Q \sin \alpha + G \sin \alpha$$

wenn noch G das Gewicht des Pferdes bedeutet, oder auch

$$\frac{Z}{\cos \alpha} = \mu Q + Q \operatorname{tang} \alpha + G \operatorname{tang} \alpha.$$

Bei einer Neigung von $^1/_5$ ist z. B. $\cos \alpha = 0{,}98$ also kann man für die vork. Fälle genau genug $\cos \alpha = 1$ setzen, daher

$$Z = \mu Q + (Q + G) \operatorname{tang} \alpha$$

und hieraus, die mit einer Zugkraft eines Pferdes Z auf der geneigten Ebene zu fördernde Last:

$$1)\ Q = \frac{Z - G \operatorname{tang} \alpha}{\mu + \operatorname{tang} \alpha}$$

substituirt man hierin den für Z gefundenen allgemeinen Werth, so hat man die Zugkraft für n Pferde

$$II)\ Qn = n \frac{\left\{ k\left(3 - \frac{v}{c} - \frac{z}{t}\right) - G \operatorname{tang} \alpha \right\}}{\mu + \operatorname{tang} \alpha}$$

Die mittleren Werthe der k, c u. t sind nun nach der Beschaffenheit des Pferdes sehr verschieden. Die vortheilhafteste Geshwindigkeit, oder diejenige, welche das Zugthier, wenn es nicht angetrieben und nicht aufgehalten wird, von selbst annimmt, ist nach Sganzin bei schweren Pferden $2{,}_{93}$ Fuss engl., bei leichten Pferden $3{,}_{66}$ Fuss pr. Sec. bei 10 stünd. Arbeit. Nach anderen Angaben ist die vortheilhafteste Geschwindigkeit $3^1/_2{}' = c$, bei 8 Stunden $= t$ und 175 ℔ Zugkraft $= k$. Folgende Tabelle giebt darüber Erfahrungs-Resultate

Erfahrungsresultate über die tägliche mittlere Leistung eines Pferdes beim Ziehen.

Namen der Beobachter	Zugkraft oder gehobene Last	bei einer Geschwindigkeit oder einem Wege von:	bei einer in einem Zeitraume von:	Täglich wirkl. Arbeitszeit in Stunden	Tägl. Nutzeffect in preuss. Ctr. à 110 ℔ köln. auf die Höhe v. 1000 Fuss preuss. gehoben
Nach Hachette, (sicher übertrieben)	140 Kil.	38—40 Kil.	1 Tag	8—9	347
Nach demselben, bei Diligencen und Posten....	90 Kil.	34—38 Kil.	1 Tag	—	212
Nach Weinrich am Pfluge	280 ℔ a. d. p.	3′ engl.	1 Sec.	8	207
Nach Desaguiliers.....	200 ℔ a. d. p.	220′ engl.	1 Min.	8	180
Ein englisches Zugpferd nach Dupin	90 Kil.	4 Kilom.	1 St.	8	178
Nach Baaders Versuchen	43000 ℔ a. d. p.	1′ engl.	1 Min.	8	176
Nach Rothe in seiner Mühlenbaukunde.....	17280000	1′	1 Tag	8	157
Nach Girard, Gengembre, Tournelle	80 Kil.	1 Met.	1 Sec.	8	143
Nach Wesermann, bergische Karren auf Chausseen	175 ℔ köln.	$3{,}_{066}$′ preuss.	1 Sec.	8	140
Nach Watt, aus wiederholt. Versuchen.....	33000 ℔ a. d. p.	1′ engl.	1 Min.	8	135

Namen der Beobachter	Zugkraft oder gehobene Last	bei einer Geschwindigkeit oder einem Wege von:	in einem Zeitraume von:	Täglich wirkl. Arbeitszeit in Stunden	Tägl. Nuszeffect in preuss. Ctr. à 110 ℔ köln. auf die Höhe v. 1000 Fuss preuss. gehoben
Nach Dietlein.....	500 ℔	1′	1 Sec.	8	131
Nach Scharnhorst, für ein mittleres Pferd.....	180 ℔	4000 Schritt	1 St.	8	126
Nach Gerstner.....	100 ℔ wiener.	4′ wien.	1 Sec.	8	125
Nach Hachette, mit dem Dynamometer.....	67 Kil.	1 Met.	1 Sec.	8	119
Nach Amonton, am Pflug in strengem Boden	150 par. ℔	$2_{,777}$′ par.	1 Sec.	8	118
Nach Langsdorf.....	225 ℔ köln	2′ rhein.	1 Sec.	8	118
Nach Regnier am Pfluge	72 Kil.	26 Kilom	1 Tag	—	116
Nach Edwards	13440000 ℔ a.d.p.	1′ engl.	8 St.	8	115
Nach d'Aubuisson	100 Kil.	$0_{,8}$ Met.	1 Sec.	6	107
Nach Tredgold, auf die Dauer.....	125 ℔ a. d. p.	3 engl. Meil.	1 St.	6	101
Nach Wood aus einer Reihe von Versuchen.....	112 ℔ a. d. p.	2 engl. Meil.	1 St.	10	101
Schwere Pferde in dem Bergwerken zu Carmeaux	$53_{,98}$ Kil.	1 Meter	1 Sec.	8	96
Nach Smeaton	22916 ℔ a. d. p.	1′ engl.	1 Min.	8	94
Nach Bevan, auf dem grand Junction Canal.....	80 ℔ a. d. p.	26 Ml. engl.	1 Tag	$10_{,6}$	94
Nach Navier, am Göpel .	$40_{,5}$ Kil.	1 Meter	1 Sec.	8	72
Nach Prony's Versuchen.	—	—	—	8	71
Kleine Ackerpferde am Göpel (d'Aubuisson)....	$51_{,33}$ Kil.	1 Meter	1 Sec.	6	68
Dieselben Pferde nach Demselben	$68_{,82}$ Kil.	1 Meter	1 Sec.	$4^1/_3$	66
Ein Pferd an einem Schöpfwerk (Prittwitz)	10800 cubf. Wasser	10′ preuss.	1 Tag	8	60
Ein Pferd im Schritt an gewöhnl. Fuhrwerk (Morin)	70 Kil.	$0_{,9}$ Meter	1 Sec.	10	121
Ein Pferd im Schritt am Göpel (Morin)	45 Kil.	$0_{,9}$ Meter	1 Sec.	8	65
Dasselbe im Trabe (Morin)	30 Kil.	$2_{,0}$ Meter	1 Sec.	$4_{,5}$	54
Postfuhrwerk zwischen Liverpool u. Manchester im Galopp	45 ℔ preuss.	5310 Rth. pr.	1 St.	$1^1/_2$ St.	26
Nach Maxwell dasselbe..	31 ℔ preuss.	4248° pr.	1 St.	1 St.	$14_{,4}$

Bokelberg [1]) giebt noch folgende Tabelle:

Beobachtete Leistungen der Zugpferde auf horizontaler Bahn.

Namen der Beobachter	Zugkraft in Pfunden köln.	Geschwindigkeit pro Sec. in Fussen hann.	Tägliche Arbeitszeit in Stunden	Mechanische Arbeit pro Secunde in Fusspfunden
Dupin	193	3,8	8	733
Belidor	180	3,8	—	684
Desaguiliers.	200	3,2	—	640
N. N.	180	3,5	8	630
Schneider	175	3,5	8	612
Gengembre	172	3,42	8	588
Umpfenbach	180	3,2	—	576
Gerstner	120	4,3	8	516
Sganzin	160	3,0	10	480
Le Sauveur	175	3,2	—	560
Schmidt als Maximum				840
Regnier absolute Kraft des Pferdes.				736 ℔

Nach Courtois liegt die vom Alter, der Gewohnheit und dem Gewicht des ziehenden Pferdes abhängige, grösste Kraft, zwischen 640 und 1070 ℔.

Nach Tredgold hat man z. B. folgende Tabelle für engl. Maass und Gewicht, aus Versuchen. Aus ihr ergiebt sich das Maximum der Leistung, die ein Pferd von mittlerer Stärke bei verschiedenen Geschwindigkeiten im Zuge, auf Kanälen, Eisenbahnen und Chausseen auszuüben vermag.

Nach Maschek berechnete Geschwindigkeit in Fussen.	Geschwindigkeit in Fussen	Geschwindigkeit in engl. Meil.	Arbeitszeit in Stunden täglich	Zugkraft in ℔ a. d. p.	Nutzeffect pr. Tag auf eine Meile Länge (engl. = 5280') auf		
					Kanälen Tonnen	horizont. Eisenbahnen Tonnen	Horizont. Chauss. Tonnen
3,67	3,67	2½	11½	83⅓	520	115	14
4,80	4,40	3	8	"	243	92	12
5,47	5,13	3½	5⁹/₁₀	"	153	82	10
6,00	5,87	4	4½	"	102	72	9
6,43	7,33	5	2⁹/₁₀	"	52	57	7,2
6,76	8,80	6	2	"	30	48	6
—	10,26	7	1½	"	19	41	5,1
—	11,73	8	1⅛	"	12,8	36	4,5
—	13,20	9	⁹/₁₀	"	9	32	4
7,15	14,66	10	¾	"	6,6	28,8	3,6
				"			

Die Zahlen der ersten Columne findet man aus der Formel

$$Z_{ugkr.} = k\left(3 - \frac{v}{c} - \frac{c}{t}\right)$$ wenn man

$$\text{setzt } Z = 83,3\left(3 - \frac{v}{3,67} - \frac{z}{11,5}\right)$$

und weil $Z = 83,33$ sein soll

$$Z = 83,32 = 83,33\left(3 - \frac{v}{3,67} - \frac{z}{11,5}\right)$$

woraus sich findet

$$v = \frac{166,77 - 7,25\,z}{22,7}$$

1) Strassengefälle und Einfluss auf Leistungen der Zugthiere. Zeitschrift Band I. 1855, pag. 71

Zwischen den Gränzen stimmen diese Formeln also nicht überein, doch dürften auch an Tredgolds Angaben Zweifel zu erheben sein. Die letzte Reihe ist ohngefähr die Leistung der Pferde vor den engl. Eilwagen, wobei jene nur kurze Zeit brauchbar bleiben.

Discussion der Formel für die Zugkraft und Beispiele. In der Formel

$$1)\ Q = \frac{K - G \text{ tang } \alpha}{\mu + \text{tang } \alpha}$$

kann K, je nach der Arbeitszeit und Geschwindigkeit, zwischen dem mittleren Werthe und nahe dem Dreifachen schwanken, da der allgemeine Ausdruck

$$K = k\left(3 - \frac{v}{c} - \frac{z}{t}\right)$$

ist wo k die mittlere Kraft bedeutet.

Nach Erfahrungen beträgt die Zugkraft eines thierischen Motors nahe $^1/_5$ des Gewichts desselben. Setzt man in 1) $Q = 0$ so hat man $K - G$ tang $\alpha = o$ oder

$$\text{tang } \alpha = \frac{k}{G} = \frac{1}{5}$$

d. h. bei der mittleren Kraftanstrengung (auch während der mittleren Zeit und bei der mittleren Geschwindigkeit) steigt ein Pferd eine schiefe Ebene von $^1/_5$ hinan, ohne etwas ziehen zu können. Werden die Zeit und Geschwindigkeit um die Hälfte verringert, so kann es tang $\alpha = \frac{2k}{G} = \frac{2}{5} = \frac{1}{2{,}5} = 22°$ mit der doppelten Anstrengung ersteigen, und $\frac{3k}{G} = \frac{3}{5} = 31°$ ist die Grenze der Ansteigung, die es überhaupt noch eben erklimmen kann. In der Praxis ist dies nicht immer genau zutreffend, doch kann für solche Gränzwerthe keine Formel entsprechende Werthe geben. Für Maulthiere sind Abhänge z. B. nicht zu steil, die das Pferd nicht mehr ersteigen kann.

Bei den Mittelwerthen $v = c$ und $z = t$ wird I,

$$Qn = \frac{n(k - G \text{ tang } \alpha)}{\mu + \text{tang } \alpha},$$

setzt man $G = 5k$ so erhält man

$$2)\ \text{tang } \alpha = \frac{nk - \mu Q}{5nk + Q}$$

und mittelst Hülfe dieser Formel kann man den Einfluss der Steigung übersehen. Sind also:

n die Anzahl Pferde, Q die zu transportirende Last = 20000 ℔ gesetzt und $k = 166\frac{2}{3}$ ℔ beispielsweise, ferner $\mu = \frac{1}{40}$ auf guter Chaussee, so hat man

$$\text{tang } \alpha = \frac{166{,}66\ n - 500}{833{,}3\ n + 20000}$$

und findet für

$n = 3$ Pferde: tang $\alpha = 0$, also Horizontal
$n = 4$ Pferde: tang $\alpha = \frac{1}{114}$
$n = 5$ Pferde: tang $\alpha = \frac{1}{72{,}5}$
$n = 6$ Pferde: tang $\alpha = \frac{1}{50}$
$n = 7$ Pferde: tang $\alpha = \frac{1}{38}$
$n = 8$ Pferde: tang $\alpha = \frac{1}{32}$
$n = 10$ Pferde: tang $\alpha = \frac{1}{24{,}4}$
$n = 20$ Pferde: tang $\alpha = \frac{1}{13}$

Wenn dennoch in der Praxis zum Aufziehen von 200 Centner auf eine $^1/_{13}$ geneigte Chaussee, nicht 20 Pferde erforderlich sind, so rührt dies daher, dass dann die Pferde für eine kurze Zeit mit grösserer Anstrengung arbeiten und dass daher k über dem Mittelwerth ist; setzt man beispielsweise statt $k = 166^2/_3$, nahe das Doppelte = 332 ℔, so hat man für n

$$n = \frac{(\mu + \text{tang } \alpha)\ Q}{k - G \text{ tang } \alpha}$$

$$\text{also } n = \frac{(\frac{1}{15} + \frac{1}{13})\ 20000}{332 - 833{,}3 \cdot \frac{1}{13}}$$

$$= \frac{53 \,.\, 20000}{520 \,.\, 267{,}9} = 7{,}6 \text{ Pferde}$$

Wir können mit Bokelberg[1]) im grossen Durchschnitt für mittelstarke Pferde $k = 150$ ℔ $c = 4'$ pro Secunde und $t = 8$ Stunden setzen.

Es leuchtet aus dem Vorstehenden hervor, dass durch jede Ansteigung der Bahn, die Fortbewegung des belasteten Wagens sehr erschwert wird, und dass die Ansteigungen nur ein bestimmtes Maass haben dürfen, um, wenn die Pferde mit einer über der mittleren zulässigen Anstrengung arbeiten müssen, das Hinaufbringen der bis zur Ansteigung auf der Horizontalen geförderten Last noch zu gestatten. Da nun diese Mehr-Anstrengung um so geringer sein kann, je länger sie dauert, um die Zugthiere nicht zu sehr zu ermüden, so folgt, dass die Ansteigung um so geringer sein muss, je länger sie ist.

Es ist selbstredend schwierig zu sagen, wie gross die Mehrleistung an Zugkraft, auf der Neigung über die mittlere sein darf um die Pferde nicht zu sehr mitzunehmen. Bokelberg ist der Ansicht, dass sie eben so gross wie die Zugkraft auf der horizontalen Strasse, von übrigens gleicher Beschaffenheit der Bahn, sein dürfe, wenn die Steigung nicht zu lang ist, d. h. mit anderen Worten: die Zugkraft der Pferde kann auf kurze Strecken sich verdoppeln, wobei sich dann die Geschwindigkeit verringert. Dann kann der Fuhrmann mit derselben Bespannung, welche für die Beschaffenheit des übrigen und zwar grössten Theils des Weges, bei der gewöhnlichen Zuggeschwindigkeit von $3^1/_2$ Fuss bis 4 Fuss in der Secunde längere Zeit ausreicht, bei verminderter Geschwindigkeit auch die am stärksten ansteigenden einzelnen Strecken, ohne Ruin seiner Pferde passiren.

Für diesen Fall fände man dann die zulässige Steigung aus der Gleichung

$$Q = \frac{k - G \text{ tang } \alpha}{\mu + \text{tang } \alpha} \text{ woraus also}$$

$$k = (\mu + \text{tang } \alpha)\ Q + G \text{ tang } \alpha;$$

wenn man statt k nun $2k = k$ max. setzt: $2k = (\mu + \text{tang } \alpha)\ Q + G \text{ tang } \alpha$

$$\text{also: tang } \alpha = \frac{2k - \mu\ Q}{Q + G};$$

nach der Voraussetzung soll aber

$$k = \mu\ Q$$

wo μ von der Beschaffenheit der fraglichen Strasse abhängt, sein, also auch

$$\text{tang } \alpha = \frac{k}{Q + G} \text{ oder, was}$$

dasselbe

$$\text{tang } \alpha = \frac{\mu\ Q}{Q + G} = \mu\ \frac{Q}{Q + G}$$

d. h. die Tangente der zulässigen Steigung, ist gleich dem Widerstands-Coefficienten der fraglichen Bahn, mal Quotient aus der auf der Horizontalen für gewöhnlich geförderten Last, durch diese Last + Gewicht des Pferdes.

Vernachlässigt man das Gewicht des Pferdes, was bei flachen Ansteigungen zulässig, so erhält man sehr einfach

$$\text{tang } \alpha = \mu$$

was leicht in Worten auszudrücken ist, und welche Regel Bokelberg a. a. Orte aufstellt.

Es folgt hieraus unmittelbar die wichtige und oft nicht beachtete Regel: je besser die Beschaffenheit der Bahn, um so geringer müssen die Ansteigungen sein, um die auf dem übrigen Theil der Strasse zu be-

---

1) Bokelberg über Strassengefälle und deren Einfluss auf die Nutzleistung der Zugthiere. Zeitschrift Band I 1855, pag. 60. (Auch als Brochüre gedruckt.)

wegende Maximallast nicht zu beeinträchtigen oder zu Vorspann zu nöthigen[1])

Man kann also auf einem schlecht befestigten Wege, ohne die durch ein Pferd darauf zu bewegende Last zu beeinträchtigen, stärkere Steigungen zulassen als bei einer sehr glatten Bahn, womit selbstredend nicht gesagt ist, dass flache Steigungen überhaupt nicht vorzuziehen wären.

Die Grösse der zulässigen Steigung hängt also von der Beschaffenheit der Bahn ab, was obige Formel auch ausdrückt.

Wir können jetzt die obige Regel mit einigen Erfahrungen vergleichen.

Am sogen. Hülpersberge, auf der Hannov.-Hildesheimer Chaussee, konnten noch 54 bis 60 Centner Brutto durch ein Pferd eine 200° lange Ansteigung von $\frac{1}{25}$ hinaufgeschafft werden. Setzt man $\mu = \frac{1}{40}$ so wäre die Zugkraft gewesen, wenn $G = 8$ Cntr. ein für alle Mal gesetzt,

$$2k = (\tfrac{1}{40} + \tfrac{1}{25})\ 5400 + 800 \cdot \tfrac{1}{25}$$
$$= 356{,}_4\ \text{ℬ}$$

Sie war auf der Horizontalen $\frac{1}{40} \cdot 5400$
$$= 135\ \text{ℬ}$$

weshalb die Ansteigung, damit die Pferde auf derselben nicht mehr, als das Doppelte auf der Horizontalen zu leisten brauchten, hätte sein müssen

$$\text{tang}\,\alpha = \frac{k}{Q + G} = \frac{135}{6200}$$
$$\text{nahe} = \frac{1}{46}$$

die Zugkraft auf der Steigung betrug aber das $\frac{356{,}_4}{135} = 2{,}_{64}$fache von der auf der Horizontalen. Um zu finden, bei welcher Beschaffenheit der Chaussee die obige Bedingung, dass höchstens $2k = 270$ vorkomme, gerechtfertigt gewesen wäre, hat man in

$$2k = (\mu + \text{tang}\,\alpha)\ Q + G\ \text{tang}\,\alpha$$

für k nur $\mu\ Q$ zu setzen und für μ aufzulösen; man hat also

$$2\mu\ Q = \mu\ Q + (Q + G)\ \text{tang}\,\alpha$$
$$\mu\ Q = (Q + G)\ \text{tang}\,\alpha \text{ oder}$$
$$\mu = \frac{(Q + G)\ \text{tang}\,\alpha}{Q}$$
$$\mu = \frac{6200 \cdot \frac{1}{25}}{5400} = \frac{6200}{28 \cdot 5400} = \frac{1}{24{,}_3}$$

also bei einer schlechten Steinbahn wo μ etwa $= \frac{1}{25}$ ist, wäre die Steigung von $\frac{1}{25}$ zu erniedrigen, nicht dringend geboten gewesen. Dann hätten die Fuhrleute, bei gleicher Anstrengung der Pferde, wie oben, $24{,}_3 \cdot 135\ \text{ℬ} = 32{,}_8$ Ctr. Brutto auf der Horizontalen laden dürfen.

Bokelberg führt die Thatsache an, dass auf der Chaussee von Bremen nach Hannover, als mit der Eisenbahn die Fuhrleute noch zu concurriren versuchten, ein Pferd 66 Cntr. Brutto unter günstigen Umständen auf einer Chaussee, wo $\mu = \frac{1}{40}$, eine etwa 100° lange Steigung von $\frac{1}{32}$ hinaufzog, wogegen etwas ungünstigere Umstände zu Vorspann nöthigten.

Die Zugkraft auf der Horizontalen war $\frac{6600}{40} = 165\ \text{ℬ}$, also hätte die Steigung nach der obigen Regel sein dürfen

$$\text{tang}\,\alpha = \frac{k}{Q + G} = \frac{165}{7400} = \frac{1}{44{,}_8}.$$

Die Zugkraft des Pferdes auf der Steigung war aber im vorliegenden Fall

$$k = \left(\frac{1}{40} + \frac{1}{32}\right) \cdot 6600 + 800 \cdot \tfrac{1}{32}$$
$$= 396{,}_{25}\ \text{ℬ}, \text{ also das } \frac{396{,}_{25}}{165} = 2{,}_{40} \text{ fache}$$

derjenigen auf der Horizontalen.

---

1) Daher auch bei Eisenbahnen die Steigungen schwächer sein müssen als bei Chausseen.

Aus diesen beiden Beispielen würde also folgen, dass man für nicht lange Steigungen die Zugkraft auf das $2{,}_5$fache, ohne Vorspann fürchten zu brauchen, erhöhen dürfe. In diesem Falle hätte man also für die Formel zu setzen:

$$2{,}_5\ k = (\mu + \text{tang}\ \alpha)\ Q + G\ \text{tang}\ \alpha$$

$$\text{also tang}\ \alpha = \frac{2{,}_5\ k - \mu Q}{Q + G}$$

und weil $k = \mu Q$ vorausgesetzt war,

$$\text{tang}\ \alpha = \frac{1{,}_5\ \mu Q}{Q + G}$$

$$\text{tang}\ \alpha = 1{,}_5\ \mu\ \frac{Q}{Q+G} = \frac{1{,}_5\ k}{Q+G},$$

welches der Gränzwerth für die zulässige Steigung sein dürfte.

Beispiele: Ueber den mit $\frac{r}{2\,4}$ ansteigenden Hülpersberg zwischen Hannover und Hildesheim wird, wenn das Pferd 60 Cent. Bruttogewicht hat, mit Vorspann gefahren. Wie gross würde tang α nach der letzten Regel sein dürfen, wenn $\mu = \frac{1}{5\,0}$.

$$\text{Es ist dann}\ \mu Q = \frac{6000}{50} = 120\ \text{ℬ}$$

$$\text{also tang}\ \alpha = \frac{180}{6800} = \frac{1}{37{,}_7},$$

indessen ist 120 ℬ für ein Pferd mittleren Schlages zu wenig, und der Fuhrmann hätte auf der Horizontalen $150 . 50 = 7500$ ℬ laden können (vorausgesetzt, dass an allen Stellen derselben $\mu = \frac{1}{5\,0}$ wirklich gewesen ist)

$$\text{Dann würde tang}\ \alpha = \frac{225}{8300} = \frac{1}{36{,}_{88}}$$

erlaubt gewesen sein und man hätte bei dieser Steigung keines Vorspanns bedurft.[1])

Beispiel. Es komme das stärkste zulässige Gefälle des einzurichtenden Uebergangs eines besteinten Dorfweges, über einen 12 Fuss hohen Eisenbahn- oder Chausseedamm in Frage. Ermittelt sei, dass auf diesem unvollkommenen Wege in der Regel 35 Centner Bruttogewicht, mit 4′ Geschwindigkeit, von einem Pferde mittleren Schlages gezogen werden.

$$\text{Es ist dann}\ \mu = \frac{150}{3500} = \frac{1}{23{,}_{33}}$$

zu setzen, also

$$\text{tang}\ \alpha = 1{,}_5\ \frac{3500}{23{,}_{33}\ (4300)} = \frac{1}{19{,}_1},$$

wobei also die Maximal Zugkraft $2{,}_5 . 150 = 375$ ℬ gewesen wäre.

Steigt das Pferd mit $1{,}_5$ Fuss Geschwindigkeit die Rampe hinan, so hat es in $\frac{19{,}_1 . 12}{1{,}_5} = 153$ Secunden, oder nahe $2^1/_2$ Minuten $= {}^1/_{24}$ Stunde die Höhe erreicht. Die Zeit, während welcher es täglich 375 ℬ Zugkraft mit dieser Geschwindigkeit entwickeln kann, findet sich, wenn man setzt:

$$375 = 150\left(3 - \frac{1{,}_5}{4} - \frac{z}{8}\right)$$

zu $z = 1$ Stunde. Mithin entspricht die Arbeit beim Ersteigen der Rampe ${}^1/_{24}$ Tagesarbeit, oder das Pferd leistet dabei ebensoviel, wie wenn es mit 150 ℬ Zugkraft und 4 Fuss Geschwindigkeit, $\frac{8 . 60}{24} = 20$ Minuten arbeitet, oder auf 300 Ruthen Länge auf dem horizontalen Dorfwege vor der Rampe, 35 Centner Brutto fortgezogen hätte. Nach derselben Formel würde für $r = 2$ Fuss, $z = 0$, d. h. bei dieser Geschwindigkeit auf der Rampe, würde das Pferd in kurzer Zeit erschöpft sein. Für solche Grenzwerthe kann man aber bei lebenden Motoren keine allgemein gültige Formel mehr aufstellen.

---

1) Bokelberg a. a. O. findet $\frac{1}{4}$.

Endlich könnte noch der Fall gedacht werden, wo der Widerstands-Coefficient auf der Steigung kleiner wäre, als auf der Horizontalen, was dann der Fall, wenn, wie von Einigen vorgeschlagen,[1]) man die Steigungen mit vorzüglichen Bahnen z. B. aus Granit, Eisen etc. versähe um μ zu verkleinern. Sei also der Coefficient auf der Steigung μ_1, so hätte man, wie früher, auf derselben

$$2{,}5\ k = (\mu_1 + \text{tang}\ \alpha)\ Q + G\ \text{tang}\ \alpha$$

aber es ist auf der Strecke vor der Steiguug $k = \mu\ Q$, also hat man $2{,}5\ \mu\ Q = \mu_1\ Q + Q\ \text{tang}\ \alpha + G\ \text{tang}\ \mu$

oder

$$\text{tang}\ \alpha = Q\ \frac{(2{,}5\ \mu - \mu_1)}{Q + G}$$

Beispiel. Es sei auf einer Strasse $\mu = \frac{1}{30}$ und die Zugkraft der vorkommenden Pferde sei 150 ℔, so dass man also per Pferd 4500 ℔ Brutto laden könne. Man will eine 20 Fuss hohe Steigung mit dem zulässigen Maximalgefälle ersteigen, wie gross darf dies sein, ohne Vorspann zu verlangen, wenn die Rampe eben so befestigt ist, wie die Strasse. Man hat

$$\text{tang}\ \alpha = \frac{1{,}5 \cdot 150}{5300} = \frac{1}{23{,}55}\ .$$

Würde man auf der Rampe eine Bahn von Granitquadern legen, worauf der Widerstandscoefficient nur z. B. $\frac{1}{150} = \mu_1$, so hätte man

$$\text{tang}\ \alpha = \frac{4500\ (2{,}5 \cdot \frac{1}{30} - \frac{1}{150})}{5300}$$

$$= \frac{4500 \cdot 10}{150 \cdot 5300} = \frac{1}{17{,}6}$$

Man sieht also, dass weil die Rampe im Verhältniss von $17{,}6 : 23{,}55$ kürzer werden könnte, wie man durch eine solche Anordnung an Erdarbeiten etc. würde sparen können, und zwar dies um so mehr, je schlechter die anliegende Horizontale im Stande zu halten wäre. — Uebrigens wird man nur im Nothfall bei Steigungen den Werth $2{,}5\ k$ statt $2k$ anwenden und sich also an Bokelbergs Annahme halten.

Für rasche Pferde, z. B. Postpferde, passt die Formel

$$K = k\left(3 - \frac{v}{c} - \frac{z}{t}\right)$$

$$= K = k\left(3 - \frac{z}{8} - \frac{v}{4}\right)$$

nicht mehr, da, wenn die Geschwindigkeit 12 Fuss wird, K = Null würde, während doch diese Pferde mit grösserer Geschwindigkeit laufen können und dabei ziehen, indessen in kurzer Zeit nach 3 bis 4 Jahren abgenutzt werden, wogegen langsame Frachtpferde an 8 Jahr dauern.

Für rasche Pferde passt besser statt $K = 150\left(3 - \frac{v}{4} - \frac{z}{8}\right)$

$$K = 130\left(3 - \frac{v}{5{,}5} - \frac{z}{6}\right)$$

Beispiel. Die englischen Mail coaches[2]) fahren an Ladung 10 Personen = 900 Kil., mit Wagengewicht 2100 Kil., mit 4 Pferden, und einer Geschwindigkeit von 3 à $4\frac{1}{4}$ Lieues per Stunde, während das Pferd $1{,}_9$ Stunden täglich arbeitet. Durchschnittlich also $3\frac{1}{2}$ Lieues (5 Lieues = 3 Meilen à 24000 Fuss;) dies giebt 14 Fuss per Secunde. Man hat dann für die Zugkraft

$$K = 130\left(3 - \frac{14}{5{,}5} - \frac{1{,}3}{6}\right)$$

$$= 0{,}_{244} \cdot 130 = 31{,}_{72}\ ℔$$

mithin wäre der Widerstandscoefficient der fragl. Strasse durchschnittlich $\frac{1050}{31{,}_{72}} = \frac{1}{33}$.

2. Beispiel. Die französische Mallepost im Jahre 1835, fuhr 560 Kil. Ladung und 1600 Kil. Wagengewicht = 2250 Kil. mit 4 Pferden im Sommer (im Winter

1) Bemerkungen über die Widerstände auf den verschiedenen Arten von Strassen. Berlin. Bauzeit v. Erbkam 1859 Heft VI bis IX. 2) Steenstrup p. 376.

bis 6 Pferde) mit einer Geschwindigkeit von 3 Lieues die Stunde, oder 12 Fuss per Secunde. Rechnet man 3 Stunden tägl. Dienst so ist

$$K = 130 \left(3 - \frac{12}{5{,}5} - \frac{3}{6}\right) = 0{,}32 \cdot 130$$
$$= 41{,}6 \text{ ℔}$$

also war der durchschnittliche Widerstandscoefficient $= \frac{1125}{41{,}6} = \frac{1}{37}$.

Wenn schon nun die Steigungen, wie oben erwähnt, durch eine Mehranstrengung der Pferde bis auf das $2^1/_2$fache ihrer mittleren Zugkraft ohne Vorspann überwunden werden, so hat doch das Bergabfahren bei denselben grosse Unbequemlichkeiten und Aufenthalte, besonders für rasch gehende Personenfuhrwerke, im Gefolge, und es würde eine unvollkommene Anlage sein, wo man oft den Hemmschuh oder die Bremse gebrauchen müsste. Bei welcher Steigung ein Herablaufen des Wagens von selbst eintritt und die Pferde anfangen ihn zu hemmen, geht aus der früheren Gleichung

$$Z = Q \cos \alpha \, \mu + Q \sin \alpha + G \sin \alpha$$

hervor, wenn man die Zeichen verändert und schreibt

$$Z = Q \cos \alpha \, \mu - Q \sin \alpha - G \sin \alpha$$

also, wie früher $\cos \alpha = 1$ gesetzt, u. s. w.

$$Z = \mu Q - (Q + G) \text{ tang } \alpha$$

und da Z der Bedingung nach = Null sein soll

$$\mu Q = (Q + G) \text{ tang } \alpha$$

also

$$\text{tang } \alpha = \mu \frac{Q}{Q + G}$$

welcher Werth schon ein Mal für die Tangente der bei Rampen zulässigen Steigung gefunden wurde, und der sich ebenfalls, wenn man G vernachlässigt, auf

$$\text{tang } \alpha = \mu$$

reduzirt.

Beim Zurückhalten des drängenden Wagens, wenn es im Schritt geschieht, leistet das Pferd durch Hintenüberlehnen Widerstand, indessen kann man für die „Aufhaltekraft“ des Pferdes schwer ein Maass angeben. Bokelberg schätzt sie für eingeübte Pferde auf 60—100 ℔. Nach demselben ist für die Bergfahrt im Trabe selbst für leichte Reisewagen $^1/_{20}$ noch zu steil, auf $^1/_{22}$ fahren gutbespannte Kutschen streckenweis im kurzen Trab; $^1/_{25}$ für diese Gangart schon bequemer; $^1/_{31}$—$^1/_{30}$ gestattet ziemlich anhaltenden Trab; wenn die Steige lang ist, der Trab rasch und nachhaltig, muss schon $^1/_{36}$—$^1/_{40}$ vorhanden sein.

Für die Thalfahrt im Trabe ist ohne künstliche Hemmung $^1/_{16}$ noch gefahrvoll und $^1/_{20}$ noch sehr misslich. $^1/_{22}$ erfordert grosse Mässigung des Trabes und geschickten Führer, bei $^1/_{24}$ müssen die Kutschpferde noch stark rückhalten, erst von $^1/_{30}$ an, kann man auf glatten Strassen ohne Hemmungsmittel fahren und bei $^1/_{40}$—$^1/_{45}$ im gestreckten Trabe.

Aus dem bis hier Gesagten folgt im Allgemeinen, dass je mehr die Steinbahnen verbessert werden, um so mehr auf flachere Gradienten in der Strasse Werth gelegt werden muss. Bokelberg bemerkt, unterstützt von einer ähnlichen, wie der vorstehenden Theorie, dass die geringen Ansteigungen von $^1/_{32}$ auf Hauptfrachtstrassen im Flachland schon Bedenken über ihre Zulässigkeit erregen können, dass Ansteigungen von $^1/_{28}$ auf diesen Strecken jetzt nicht mehr genügen, dass selbst im beginnenden Hügellande die Ansteigung von $^1/_{26}$ für Frachtfuhrwerke schon sehr lästig wird, und dass Ansteigungen (in sonst flachen Strassen) von $^1/_{20}$ bis $^1/_{16}$ nicht viel mehr, als halbe Ladungen gestatten.

Für Gebirgsstrassen und Landstrassen können unter Umständen solche Längengefälle nicht vermieden werden, im Allgemeinen ist aber diejenige Strasse unstreitig die vollkommenste, welche unter übrigens gleichen Umständen sich der Horizontale am meisten nähert. Wir werden später noch die Ansichten von verschiedenen Baumeistern über das zulässige Längengefälle anführen.

Bei Gebirgsstrassen, wo stundenlange starke Ansteigungen vorkommen, wird sich die Ladung überhaupt verringern müssen, damit die Zugthiere

bei gehöriger Schonung den grössten Nutzeffect geben, und man kann deren Leistung nach der Formel $K = k\left(3 - \frac{v}{c} - \frac{z}{t}\right)$ mit fernerer Berücksichtigung der Steigungen abschätzen.

Setzt man darin übereinstimmend mit Bokelberg $k = 150$ und $c = 4$, $t = 8$ Stunden so hat man

$$K = k\left(3 - \frac{v}{c} - \frac{8}{8}\right)$$

wenn eine 8stündigen Arbeit vorausgesetzt wird, also

$$K = k\left(2 - \frac{v}{4}\right);$$

mit Hülfe dieser Formel und der früheren für die Zugkraft

$$Q = \frac{k - G \text{ tang } \alpha}{\mu + \text{tang } \alpha}$$

hat man, wenn $\mu = {}^1/_{40}$ genommen wird und das Gewicht des Pferdes zu $G = 600$ ℔ gesetzt, die folgende Tabelle:
Für 5 Fuss Geschw. ist z. B.

$$K = 150\left(2 - \frac{5}{4}\right) = 112{,}5 \text{ ℔},$$

also die beförderte Last auf der Horizontalen:

$$\frac{112{,}5}{{}^1/_{40}} = 4500 \text{ ℔}$$

und z. B. auf der Steigung von ${}^1/_{40}$ bei 5′ Geschw.

$$Q = \frac{112{,}5 - 600 \cdot {}^1/_{40}}{{}^1/_{40} + {}^1/_{40}} = \frac{97{,}5}{\frac{1}{20}} = 1950 \text{ ℔}.$$

Die Zugkraft wird = Null wenn

$$k = G \text{ tang } \alpha \text{ oder tang } \alpha = \frac{112{,}5}{600} = \frac{1}{5{,}33}$$

würde das unbeladene Pferd mit 5′ Geschw. ersteigen, während täglich 8 Stunden, bei mittlerer Anstrengung.

Tabelle über die Fuhrleistung eines Zugpferdes auf Steinbahnen von verschiedener Ansteigung, bei mittlerer Zugkraft von 150 ℔ für gleichzeitig 4 Fuss Zuggeschwindigkeit; während 8stündiger Arbeitszeit; den Widerstands-Coefficienten $\mu = {}^1/_{40}$ genommen, Gewicht des Pferdes 600 ℔.

Last in Centnern à 100 ℔ anhaltend gezogen, auf Ctr. abgerundet.

1	2		3		4		5	
Ansteigung der Bahn tang α	5 Fuss per Secunde		4′ pr Sec.		3½′ pr Sec.		2′ pr Sec.	
	Ganzes Gewicht	Nutzladung 12 Ctr. abgezogen	Ganzes G.	Nutzlad.	Ganzes G.	Nutzlad.	Ganzes G.	Nutzlad.
horizontal	45	33	60	48	68	56	90	78
${}^1/_{300}$	41	29	55	43	62	50	83	71
${}^1/_{250}$	38	26	51	39	57	45	77	65
${}^1/_{80}$	28	16	38	26	43	31	58	46
${}^1/_{60}$	25	13	34	22	37	25	52	40
${}^1/_{50}$	22	10	31	19	34	22	47	35
${}^1/_{35}$	18	6	25	13	28	16	39	27
${}^1/_{30}$	16	4	22	10	25	13	35	23
${}^1/_{24}$	13	1	19	7	21	9	30	18
${}^1/_{20}$	11		16	4	18,5	6,5	26	14
${}^1/_{18}$	10		14,5	2,5	16,8	4,8	23,8	11,8
${}^1/_{16}$	8,6		12,8	0,8	15	3	21,4	9,4
${}^1/_{12}$	5,7		9,2		10,0		16,1	4,1
${}^1/_{10}$	4,2		7,2		8,7		13,6	1,6

Man ersieht also aus dieser Tabelle auch, dass je grösser die Geschwindigkeit um so ungünstiger der Einfluss der Steigung ist, denn bei 5 Fuss Geschwindigkeit ist schon zwischen $^1/_{60}$—$^1/_{50}$ die Nutzlast $^1/_3$ der auf der Horizontalen, bei 4′ zwischen $^1/_{50}$ und $^1/_{35}$, bei 2 Fuss zwischen $^1/_{24}$ und $^1/_{20}$. Ferner ist ersichtlich, wie bedeutend lange Steigungen den Nutzeffect herabzuziehen vermögen.

Endlich kann man noch mit Hülfe unserer Formel die Leistung der Pferde auf Wegen von verschiedener Beschaffenheit übersichtlich zusammenstellen. Wir wollen mit Bokelberg[1]) a. a. O. Pag. 343, annehmen, die Geschwindigkeit sei $3^1/_2$ Fuss, dann ist die Zugkraft bei 8 Stunden Arbeit

$$K = 150\left(2 - \frac{3{,}5}{4}\right) = 187{,}5\ \text{℔}$$

wofür Bokelberg abgerundet 180 ℔ setzt.

Beispielsweise würde noch bei vermehrter Zugkraft des Pferdes und einer Zuggeschwindigkeit von $2^1/_2$′, auch während 3 Stunden Arbeit sein:

$$K = 150\left(3 - \frac{2{,}5}{4} - \frac{3}{8}\right) = 300\,\text{℔},\ ^2)$$

eine solche Leistung während einer Stunde, würde also $^1/_3$ Tagesarbeit entsprechen, so dass das Pferd noch $^2/_3 . 8 = 5^1/_3$ Stunden die übrige Leistung von 187,5 ℔ mit $3^1/_2$ Fuss, oder 150 ℔ mit 4 Fuss Geschwindigkeit leisten könnte.

Die folgende Tabelle enthält die Fuhrleistungen eines kräftigen Zugpferdes (180 ℔ mit $3^1/_2$′ während 8 Stunden Arbeitszeit) auf besteinten und unbesteinten Wegen von verschiedener Beschaffenheit und Ansteigung, und ist nach der Formel

$$Q = \frac{180 - 600 \operatorname{tang} \alpha}{\mu + \operatorname{tang} \alpha}\ ^3)$$

wie früher berechnet.

---

1) Ueber die wechselseitigen Beziehungen zwischen der Wirkung der Ansteigung und sonstigen Beschaffenheit der Fahrbahnen auf die nützliche Leistung der Zugthiere v. Bokelberg. Zeitschrift Band II 1856 pag 340.

2) Vergleiche Bokelberg a. a. O. pag. 346. 2.

3) In der obigen Formel ist, statt früher 800 ℔, weniger zutreffend nur 600 ℔ für das Gewicht eines starken Pferdes gesetzt; bei Einführung des ersteren Werthes würden sich indessen die Zahlenwerthe der folgenden Tabelle nur wenig verändern, da der Einfluss des mit tang α multiplicirten Gliedes, besonders bei flachen Steigungen, nicht gross ist.

Tabelle der Fuhrleistung des Pferdes

Ansteigung der Bahn tang α	nach Gewicht des Wagens und der Ladung in Centnern à 100 ℔. 1. auf den besten	2. auf guten	3. auf schlechten	4. auf festen, ebenen und trockenen	5. auf schlechten	6. auf den schlechtesten	Bemerkungen zu den Col. 1. 2. u. 3.
	Steinbahnen.			Erdwegen.			
μ =	1/75	1/50	1/25	1/20	1/10	1/5	
horizontal	135	90	45	36	18	9	Meilenlange Strassen von so geringer od. keiner Ansteigung, gehören selbst im Flachlande zu den Ausnahmen.
1 : 500	116	81	42	34	18	9	
1 : 250 (bis 1/90)	102	74	40	33	17	8	Diese Ansteigungen 1/250 bis 1/90 bilden mit streckenweiser Vergrösserung die Regel auf den besteinten Strassen des Flachlandes.
1 : 80	67	53	33	28	15	8	
1 : 60	57	46	30	26	15	8	1/80—1/60 auf den gebahnten Strassen des Hügellandes.
1 : 50	50	42	28	24	14	8	1/50—1/35 desgl. auf den Bergstrassen.
1 : 35	38	33	23	20	13	7	
1 : 30	34	30	22	19	12	7	1/30—1/20 auf den besteinten Strassen im Gebirgslande.
1 : 20	24	21	17	15	10	6	
1 : 18	21	19	15	14	9	6	1/18—1/14 Ausnahme-Verhältnisse auf langen Frachtstrassen im Gebirge.
1 : 14 (bis 1 : 12)	16	15	12	11	8	5	
1 : 12	13	12	10	10	7	5	Gefahrvolle Steigungs-Verhältnisse.
1 : 10	11	10	9	8	6	4	

Uebrigens ist von der ermittelten Leistung, für schwache Zugthiere 1/6 bis 1/4 abzusetzen, und es nimmt, wenn die Bespannung aus mehr, als zwei Pferden besteht, die nützliche Leistung jedes Pferdes mehr und mehr ab, und zwar nach Bokelberg in dem früher angegebenen Verhältniss, während das Wagengewicht pro Pferd, wie aus den früheren Angaben Pag. 24 u. 25 zu ersehen, nicht im geraden Verhältniss der Zahl Pferde, sondern geringer steigt [1]). [2]).

---

1) Ueber Leistung der Zugthiere vergl. noch Fourier. Annales des ponts et chaussées 1836. Erörterungen darüber in Crelles Journal XII.

2) Desgleichen über Leistungen menschlicher und thierischer Motoren: Rühlmann, allgemeine Maschinenlehre 1861.

Folgende Tabelle aus Steenstrups Strassenbau pag. 375 giebt noch eine Uebersicht des Gewichts und der Beladung der Wagen etc. bei den englischen und französischen Last- und Personenwagen.

Art der Wagen.	Gewicht der Wagen		Beladen mit		Bespannung.	Geschwindigkeit in der Stunde.	Tägliche Arbeitszeit der Pferde.	Abstand der Relais.	Dauerzeit der Pferde.
	mit Ladung.	ohne Ladung.	Personen.	Güter.					
	Kilogr.	Kilogr.		Kilogr.	Pferde	Lieues*)	Stunden	Lieues	Jahre
a) In England:									
Lastwagen 2rädrig	3545	—	—	—	5	—	—	—	6—7
Lastwagen 4rädrig	6590 [1])	—	—	—	8	—	—	—	6—7
Stage coaches	3000	1000	—	825	4	2—3	—	—	4—5
Mail coaches ..	2100	900	10	—	4	3—4¼	1,3	—	3—4
b) In Frankreich.									
Ordinaire Roulage.									
2rädrige	4900 [2])	2200	—	—	4		8	keine	
4rädrige	8100 [2])	3400	—	—	8		8	Relais	
Beschleunigte Roulage.						¾			6
2rädrige	4900 [2])	2200	—	—	4		3—6 [3])	7—8½	
4rädrige	8100 [2])	3400	—	—	8		3—6 [3])	7—8½	
Messagerien in 1810	3500	2000	—	—	5	1	—	—	—
Messagerien in 1835	5000	2250	—	1475	5	2—3	3	3—4 [5])	5
Messagerien in 1841	4600	2160	16 [6])	1100	—	—	—	—	—
Malle-poste 1835	2250	1600	5	—	4 [7])	3 [4])	—	—	4

Endlich sind noch die Ansichten einiger Autoren über die zulässigen Steigungen hier anzuführen. [8])

Als Maximum der Ansteigung besteinter Kunstrassen, wurden und werden gestattet:

1) Von der alten preuss. Verordnung $^1/_{16}$.
2) Von der preuss. Dienst-Anweisung (1834)
   a) in den Berggegenden $^1/_{18}$
   b) für Hügellande . . . $^1/_{24}$.

Ist die zu ersteigende Anhöhe höher, als 100 Fuss, so muss für jede folgende Höhe von 100 Fuss, die Ansteigung um $^1/_{288}$ so lange vermindert werden, bis solche im Berglande nur noch $^1/_{24}$, und im Hügellande nur noch $^1/_{36}$ beträgt. Auf langen Steigen sind 5 Ruthen lange Ruheplätze mit $^1/_{144}$ anzulegen.

---

*) 5 Lieues nahe = 3 Meilen.

1) Wiegen zuweilen 7—8000 Kilogr.

2) Maximum im Sommer.

3) Entweder blos als Tour, oder als Retour, die Pferde und der Kutscher machen gewöhnlich einen Tag die Tour und nächsten Tag die Retour.

4) 1½ Stunde eine Diligence in einer Richtung, und eben so viel, um eine andere retour zu bringen.

5) 3 Lieues auf den macadamisirten, 4 auf gepflasterten Strassen.

6) Ohne Conducteur und Postillon.

7) Im Winter mit 5, sogar mit 6 Pferden bespannt.

8) Aus Bokelberg a. a. O. Zeitschrift des H. A. u. J. V. Band I. 1855. pag 192.

3) Lenglier fordert mindestens $^1/_{17}$
4) Wiebeking „ $^1/_{18}$
5) Schemerl „ $^1/_{24}$ — $^1/_{18}$
6) Schütte „ $^1/_{24}$
7) Lueder „ $^1/_{24}$
8) Krünitz „ $^1/_{24}$
9) Krüger „ $^1/_{24}$
10) Sartorius „ $^1/_{24}$.

11) Trésaguet $^1/_{18}$ nach oben hin allmählig abnehmend bis auf $^1/_{36}$.

12) Tostain $^1/_{20}$; mit der Regel dass der Sinus des Ansteigungswinkels gleich sei dem Bruchtheile der Last, welcher als Kraft wirkend zum Fortziehen derselben ausserhalb der Steige erforderlich sein würde.

13) Dupin, für kurze Steigungen $^1/_{25}$
für lange Steigungen $^1/_{30}$

14) Edgeworth, $^1/_{30}$
15) Telford, $^1/_{30}$

16) Goux, a) bequemste Steigung für Diligencen $^1/_{33}$, wobei bemerkt wird dass $^1/_{14}$ bis $^1/_{15}$ vortheilhafter für den Schritt sei als $^1/_{33}$ bis $^1/_{34}$ im Trabe aufwärts, zwischen denselben Abgangs- und Ankunftspunkten; b) für Roulage-Pferde ist die bequemste Steigung $^1/_{20}$, wenn jedes nur 25 Centner zieht.

17) v. Pechmann, für kurze Steigungen $^1/_{16}$
für längere Ansteig. $^1/_{12}$,

noch längere steigende Strecken $^1/_{25}$, mit wagerechten Wendungsplätzen auf den geschlängelten Wegen und mit Ruheplätzen von 60 zu 60 Ruthen.

18) Umpfenbach, für leichtes Fuhrwerk $^1/_{18}$
für schweres „ $^1/_{24}$
als grösste Bequemlichkeit $^1/_{36}$.

19) Arndt, $^1/_{18}$ mit der Bemerkung, dass eine Strasse um so vollkommner werde, je mehr sie sich der Horizontalen nähert.

20) Röder, im Gebirge $^1/_{16}$

21) v. Langsdorf, für vollkommne Strassen $^1/_{25}$
im Nothfalle $^1/_{12}$.

22) Courtin. Nach ihm ist nach sorgfälltiger Prüfung es früher stattnehmig erachtet, steile Ansteigungen von $^1/_{12}$—$^1/_{10}$ über den Simplon, u. v. $^5/_{71}$ in der Strasse über den Mont Cenis anzubringen.

23) die beste Steigung für Reisestrassen, die sowohl auf-, wie abwärts im raschen Trabe befahren werden sollen, ist nach Parnell $^1/_{35}$—$^1/_{36}$, obwohl nach Umpfenbach die gut bespannten Postwagen schon bei einer Steigung von $^1/_{29}$—$^1/_{24}$ streckenweise im Trabe aufwärts fahren können.

24) Nach Elie de Beaumont ist die stärkste erlaubte Steigung auf den Hauptstrassen Frankreichs $^1/_{20}$.

25) Mahan fordert, dass das Längen-Gefälle stets kleiner sei, als der Ruhewinkel oder Reibungswiderstand. Das höchste Gefälle sollte aber regelmässig das Maass $^1/_{20}$ nicht übersteigen. Eine Steige von $^1/_{20}$ Anlauf werde jedoch im Schritt und in derselben Zeit mit weniger Ermüdung der Zugthiere zurückgelegt, als eine Ansteigung von $^1/_{33}$, die mit der steileren Steigung denselben Ausgangs- und Endpunkt habe, im Trabe. Wechselndes Steigen und Fallen mit $^1/_{100}$ Neigung sei für die Zugthiere zuträglicher, als eine ganz horizontale oder gleichmässig steigende Bahn.

26) Dr. Fick gestattet für kurze Strecken von höchstens 300 Fuss Länge eine Steigung von $^1/_{18}$, und für Ueberschreitung beträchlicher Anhöhen $^1/_{24}$, während $^1/_{32}$ als vorzüglich dargestellt wird.

27) Sganzin, in ebenen Gegenden $^1/_{18}$, im Gebirge $^1/_{11}$. [1])

---

1) Piemontesische Bergstrassen. Zwischen Piemont und Savoyen über Mont Cenis, 37931 m lang, auf über 20000 m in Felsen gehauen. Grosser Theil mit Stützmauern, Steigungen $^1/_{22}$—$^1/_{9}$, wenige $^1/_{11}$. Ruheplätze 10 m breit. 21 Zufluchtshütten.

Ueber den Simplon (1800—1805 durch Napoleon) 193000 m (26 Meilen durchschnittlich à 80000 ℔). 250000 Kilog. Pulver verbraucht jährlich 5000 Arbeiter, 611 Brücken. $^1/_{17}$ bis $^1/_{11}$ Steigung.

Von Bormis nach dem Stilfer Joch auf 13700 m steigt 1561 m, hat 20400 m Developpement in

Im Folgenden stehen noch einige Erfahrungsresultate über die Leistungen des Pferdes und anderer Thiere, bezüglich ihrer Tragkraft und Zugkraft.

Nach Desaguliers trug ein Pferd 11 Centner Eisen 8 engl. Meilen weit. Nach Wesermann laden die bergischen Kohlentreiber 300—510 ℔ Steinkohlen aufs Pferd, welches sie 3 Stunden ohne auszuruhen trägt.

Tragkraft des Pferdes.

Verzeichniss der Leistung	Ladung	Durchlaufener Weg in 1 Tag	Giebt täglich etwa 1 Meile weit an Ctr. köln. à 110 ℔
Nach Gassendi: bei grösserer Belastung.	300 ℔	(5 Lieues = 3 Meilen) 8 Lieues	13 Ctr.
Bei gewöhnlicher, derselbe . . .	180 ℔	12 Lieues	12 Ctr.
Nach Anderen, im Schritt . . .	120 Kil.	1,1 m in 1 Sec. bei 10 stünd. Arbeit	12 Ctr.
Nach Dupin, ein gewöhnl. Saumross, die Tragkraft von 3 Mann	100—150 Kil.	36—45 Kilom.	12 Ctr.
Ein Pferd im Trabe	80 Kil.	2,2 m pr. Sec. 7 Stunden	11 Ctr.
Ein gutes Cavallerie Pferd, nach Dupin	90 Kil.	40 Kilom.	9 Ctr.
Ein hannover. Reitpferd, nach Scharnhorst	400 ℔	2¼ Meile	8 Ctr.
Ein oestreich. Armeepferd, nach Scharnhorst	300 ℔	2¼ Meile	6 Ctr.
Ein Cavallerie Pferd auf gewöhnl. Märschen, nach Gerstner. . .	2—300 ℔	3 Meilen	6 Ctr.

Es geht hieraus hervor, wie unzweckmässig es ist, das Pferd zum Lasttragen zu benutzen, denn auf Chaussen leistet das Pferd im Allgemeinen etwa das 10fache, auf Eisenbahnen das 75fache und auf Canälen das 200fache von dem, was es tragen kann.

Stärke und Arbeit des Esels, Ochsen, Kameels, Elephanten, Hundes etc. [1]).

Die Zugkraft der Thiere ist, wie bemerkt, gewöhnlich zwischen ⅛ und ⅙ ihres Gewichts. Nach Gerstner geht ein Maulesel oder Maulthier bei 80—120 Wiener Pfund Zugkraft mit 3—4′ pr. Sec. täglich 8 Stunden. Dies giebt 81—94 preuss. (alte) Centner, 1000 Fuss hoch gehoben. Nach Cazanel arbeitet in Westindien ein Maulthier mit 150 ℔ und 3′ engl. Geschwindigkeit während 2 Stunden des Tages; sind 30 preuss. Ctr. 1000 Fuss hoch. Nach Scharnhorst trägt Maulthier 400—500 ℔, 2½ Meile weit täglich, oder 10 Ctr. eine preuss. Meile.

Esel hat nach Gerstner 50—70 wiener ℔ Zugkraft mit 3 bis 2 Wiener Fuss, in 8 Stunden Arbeit. Sind 38 preuss. Ctr. 1000 Fuss preuss., Andere rechnen die tägliche Leistung des Esels der des Menschen gleich, was zu gering ist.

Ochse zieht nach Scharnhorst mit 204 ℔ Zugkraft, täglich in 8 Stunden 2 Mei-

---

68 Zickzacks mit $^{8}/_{100}$, $^{6}/_{100}$, $^{7}/_{100}$ höchstens $^{1}/_{10}$ Steigung, 689 m Tunnel oder gemauerte Gewölbe gegen Erdstürze und Lawinen. Vom Stilfer Joch in die Ebene von Tradt auf 14000 m fällt 1837 m hat 48 Zickzacks und Developpement von 23289 m. Steigungen nicht über $^{1}/_{10}$. Curven mit 8 m Radius. An Abgründen sind 2 m hohe Geländer. Die meisten Richtungen aus militairischen Rücksichten gewählt, Enfiladen vermieden und Minenöfen angebracht vergl: Baumgarten Die neusten und vorzüglichsten Kunst-Strassen über die Alpen. Wien 1834.

1) Prittwitz, Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbfleisses in Preussen 1829, 1835 und 1839.

len weit, (90 Ctr. 1000 Fuss hoch). Nach Gerstner ist die Leistung einige und 80 Ctr. 1000′ hoch. Nach Burger leisten Ochsen $^1/_2$ der Pferdearbeit, auch wohl $^3/_4$. Block giebt an, dass 3 bis 4 gut genährte Ochsen so viel leisten, wie 2 Pferde, erstere sind aber nur zu langsamen Arbeiten geeignet. Nach Kröncke das Vortheilhafteste für Ochsen $1^1/_2$ Fuss Geschwindigkeit bei 204 ℔ Zugkraft, und für Pferde 4 Fuss bei 187 ℔., was bei gleicher Arbeitszeit, Ochs zu Pferd, Leistung von 306 : 748 oder 2 : 5. Nach Langsdorf haben Ochsen dieselbe Zugkraft wie Pferde, gehen in der Ebene viel langsamer, sind aber beim Berganssteigen geschickter.

Für die Arbeit am Göpel giebt Prechtl folgende Zusammenstellung:

Menschen im Zuge oder Druck.....	25— 30 ℔	bei 2—$2^1/_4$′ per Sec.
Pferde im Zuge.....	100—130 ℔	bei 4 Fuss per Sec.
Ochsen im Zuge.....	100—120 ℔	bei $1^1/_3$ bis $1^3/_4$′
Maulthiere.....	70—100 ℔	bei $2^3/_4$ bis $3^1/_4$′
Esel.....	32— 36 ℔	bei 2 bis $2^1/_4$′

Kameel. Zum Reiten, Fahren, Lasttragen und Pflügen gebraucht, kann 3 Tage hungern und 8 Tage ohne zu saufen aushalten. Mit einer Last von 7—12 preuss. Ctr., legt es in der Stunde $^1/_2$ preuss. Meile zurück und dies mehre Tage hintereinander, jeden Tag 6—$8^1/_2$ preuss. Meilen. Nach Gehler läuft es täglich 12—15 Meilen.

Dromedar, schneller, aber von weniger Ausdauer, kann nach Burkhardt 43 preuss. Meilen in 24 Stunden durchlaufen; ein Beduine legte in 5 Tagen 101 preuss. Meilen zurück. Im Trabe durchläuft es in der Stunde $2^1/_2$ preuss Meilen; auf kurze Entfernungen 2 Meilen in der halben Stunde. Ausgewachsen trägt es auf kurze Strecken 1400 preuss. ℔, auf weitere aber nur 420—560 preuss. ℔.

Elephant, zum Ackerbau verwendet soll = 20 Ochsen leisten.

Rennthier. Die Lappländer legen in ununterbrochener Fortsetzung in 19 Stunden eine Wegestrecke von 32 preuss. Meilen, in der Stunde $1^1/_3$ Meile zurück. Bei Wettrennen haben Rennthiere in 1 Stunde über 4 preuss. Meilen, vor einem Schlitten oft in der Stunde $3^3/_4$ Meilen, oder 25 Fuss in 1 Secunde zurückgelegt.

Hund. Nach Parry legten 9 arktische Hunde mit 1611 ℔ Ladung auf Schlitten 1750 Yards in 9 Minuten zurück, also mit $9{,}_3$ par. Fuss Geschwindigkeit machten sie $1^1/_2$ Meilen per Stunde. Nach anderen Angaben durcheilten Hunde am Schlitten in 1 Tag $16^1/_2$ bis 23 preuss. Meilen.

---

1) Die Ctr. sind alte preuss. à 110 ℔ cöln.

Zweiter Abschnitt.

Alignement und Profil der Strassen.

Es werden sich im Folgenden die Anforderungen ergeben, denen das Längenprofil und das Alignement einer zweckmässig gewählten Strasse entsprechen muss.

Die Hauptrichtung der Strasse und welche Orte zu berühren sind, ist gewöhnlich aus anderen Gründen schon gegeben und es handelt sich um zweckmässige Verbindung dieser Punkte, und zwar im Allgemeinen: Auf dem kürzesten Wege mit zweckmässigen Steigungen und angemessenen Baukosten. Zuvor sind die Hülfsmittel anzugeben, deren man zur Projectirung bedarf.

Auf Generalkarten eines Landes von $^1/_{2,000,000}$ sind die Hauptstrassen schon zu ersehen, auf $^1/_{500,000}$ schon alle wichtigeren Strassen und Hauptpunkte. Auf Karten von $^1/_{50,000}$ schon Situation der einzelnen Orte, aber nicht kleinere Dimensionen als 50 bis 100′ darstellbar.

Papensche Karte von Hannover 1 : 100000. Uebersichtskarten: Hannoversche Wegbau-Anweisung $^1/_{32000}$ und $^1/_{1000}$ für die Höhen. Frankreich $^1/_{20000}$. England $^1/_{15840}$ (oder 4″ auf 1 engl. Meile = 5280′ engl.)

Hannoversche Eisenbahnen-Karten für ganze Bahnzüge $^1/_{50000}$; Längenprofil auch $^1/_{50000}$ und $^1/_{2000}$ für die Höhen. Ferner bei Eisenbahnen, Karten behuf erster Aufnahme der Bahnlinie $^1/_{10000}$; Längenprofil $^1/_{10000}$; Höhen $^1/_{200}$.

b) Expropriationskarten $^1/_{2000}$; Profilhöhen dazu $^1/_{200}$. Wenn schwierige Situation 1 : 1000.

c) Arbeitsprofile behuf Berechnung der Erdarbeiten Längen $^1/_{5000}$. Höhen $^1/_{200}$.

Aehnliche Vorschriften beim hannov. Wegebau. Die Karten behufs Bestimmung des Alignements müssen für diesen Zweck wichtige Gegenstände, z. B. Ortschaften, einzelne Gebäude, Gewässer, Brücken, Wege, Obrigkeits- und Feldmarksgrenzen, Culturverhältnisse, Grenzen einzelner Grundstücke, Namen der Eigenthümer enthalten. Auch die Magnetnadel.

Grundrisse der Zubehörungen im grösseren Maassstabe, $^1/_{500}$—$^1/_{100}$, z. B. für die vorkommenden Brücken-Projecte, die Lage des Gewässers, der Wege, Dämme und sonstigen Umgebungen etc.

Im Profil die Stationen von 10⁰ oder auch 5⁰, auf eine festgesetzte Horizontale unter den tiefsten Punkt des Längendurchschnitts gelegt, zu beziehen. (Nullpunkt eines Pegels, Sockel von Gebäuden, Brücken, etc.)

In Hannover sind beim Wegebau die Vorschriften zur Herstellung des Längenprofils folgende:

Zur Profillinie ist die Höhe der Kantensteine zu nehmen, und im Längenprofile sind anzugeben:

a) unter der Horizontalen, die Stationsnummern (schwarz arab.), alle 50⁰ grösser (roth arab.);

b) neben jeder Höhenlinie, zunächst an der Horizontalen, Terrainhöhe schwarz, (arab.), ebenso auch Auf- und Abtragshöhen, die Wegehöhe roth, (arab.), die durchschnittenen Gewässer, und zwar: Sohlentiefen, niedrige, mittlere und höchste Wasserstände, auch der Inundationsfelder, Rinnsohlen, auch Grabenprojecte, Fahrbahnhöhen von Brücken und Durchlässen. Die auf das Project Einfluss habende Höhe der Schwellen von Gebäuden und sonstige in Betracht kommende Objecte; (Zeichen für Hochwasser, draussen sorgfältig zu bewahren und einzutragen.)

c) über der Gradiente die Steigungsverhältnisse des Weges, so oft sich solche ändern, roth (arab), einzutragen. Abträge schwärzlich, Aufträge blassroth angelegt. In coupirtem Terrain Querprofile, Längen und Höhen $^1/_{144}$.

Specialkarten in genügender Breite 25 bis höchstens 50° zu jeder Seite des Weges.

Ein Haupthülfsmittel beim Entwerfen der Linien, sind die sogenannten orographischen Karten — (deren erste Idee von dem Geographen Buache 1738 herrührt um den Grund des Meeres darzustellen) — welche die Durchschnittslinien des Terrains mit verschiedenen, aequidistant gelegenen horizontalen Ebenen angeben. Wenn also die Entfernung der Aequidistanten bekannt, kann man sofort die Neigung des Terrains zwischen zweien berechnen, auch aus dem blossen Anblick derselben, eine Uebersicht über die Beschaffenheit des Terrains bekommen.

Ausserdem sind geognostische und petrographische Karten oft erforderlich, um den Untergrund, worauf die Strasse zu liegen kommt, beurtheilen zu können und zu wissen, auf welches Material zur Herstellung und Unterhaltung man rechnen kann, und wo die Gewinnungsplätze gelegen sind. Ferner ist die Kenntniss der Bodenarten und Felsarten bei den Erdarbeiten von grossem Belang. Die geognostischen etc. Karten, auch die hydrographischen, lassen die Wasserscheiden erkennen, und letztere Karten sind bei Entwerfung der Brückenprojecte unentbehrlich.

Tracirung der Strassenlinien, Alignement und Gradienten.

Der Hauptzweck der Strasse: es zu gestatten, dass Lasten mit dem geringsten Kraft-, resp. Zeitaufwande auf Fuhrwerken fort geschafft werden. Sie muss daher: möglichst kurz sein, schwaches Gefälle haben und eine ebene und feste Oberfläche besitzen. Sie muss ferner für den Verkehr in der Längenrichtung der Strasse, wie für die Anwohner die grössten Vortheile bieten, und für Neubau und Unterhaltung am billigsten sein; daneben den besten Untergrund treffen, die Entwässerung erleichtern, der Luft und Sonne zugänglich sein, überhaupt die Abtrocknung befördern, von gefährlichen Ufern, Berghängen und Schluchten fern bleiben und den Materialgewinnungsorten möglichst sich nähern.

Die gerade Linie als (im Bau) kürzeste Richtung, ist selten anwendbar, weil in der Ebene sich Flüsse, Sümpfe, bewohnte Orte etc., welche Krümungen veranlassen, finden. Im Gebirge würde man oft zu steile Gradienten erhalten.

In den Thalwegen und auf der Wasserscheide finden sich die geringsten Gefälle, man hat daher

1) Thalstrassen, welche sich in der Thalebene hinziehen und

2) Hochstrassen, welche sich auf dem Bergrücken befinden oder der Richtung der Wasserscheide folgen, endlich

3) Steigen, welche mit einem Gefälle von $^1/_{36}$ und mehr, von einem Punkte nach einem höheren, besonders diejenigen Strassen, welche von der Thalebene auf den Bergrücken, führen.

Im Allgemeinen haben die Thalstrassen folgende Vorzüge vor den Hochstrassen:

1) In den Thälern: grösste und bewohnteste Orte, Fabriken und Hüttenwerke, Verbindung mit Flussschifffahrt. Beförderung des Verkehrs der zwischen den Endpunkten liegenden Orte. Angenehme Reisen in fruchtbaren, geschützten Thälern.

2) Sie steigen unmerklich, und daher bequemer fahrbar, als die oft undulirenden Hochstrassen.

3) Material zum Bau und Unterhaltung in der Nähe der Thalwände und des Thalweges, bei Hochstrassen oft aus grösserer Entfernung zu holen.

4) Fuhr- und Transportwesen in den niedrigen und mehr bewohnten Orten leichter zu unterhalten und zu reguliren, als in den höheren Gegenden.

Dagegen haben die Thalstrassen folgende Nachtheile:

1) Leichtere Unterbrechung der Communication durch hohes Wasser oder Schnee.

2) Den Sonnenstrahlen und Winden weniger ausgesetzt, trocknen daher schwerer und erfordern mehr Unterhaltung.

3) Kostbare Kunstarbeiten, Brücken, Durchlässe, Futtermauern gegen Abhänge, Schutzwerke gegen Wasser, kosten oft viel mehr, als die einfachen Durchlässe bei Hochstrassen.

4) Auf weniger festem Boden angelegt, leiden sie durch Himmel- und unterirdisches Wasser, und oft vom Hochwasser der Flüsse, über welches man sie nicht immer legen kann, dadurch ensteht dann Unterbrechung der Communication.

5) Wenn die Thalebene nicht breit und sehr niedrig, also die Strasse in den Bergabhang einzuschneiden ist, sind die Erdarbeiten oft sehr kostbar, weil umfangreich.

6) Der Grunderwerb in den Thälern ist meistens kostbarer.

7) Die grösseren Thäler im Mittelgebirge und Hügellande haben oft beträchtliche Krümmungen, so dass die Strasse bis doppelt so lang, als die Gerade zwischen beiden Endpunkten werden kann.

8) Die kleineren Thäler, denen man auf den Bergrücken gewöhnlich folgt um die Wasserscheide in einer Scheidecke zu passiren, verursachen, weil oft die Hauptwasserscheide ziemlich normal schneidend, beträchtliche Umwege.

Daher Thalstrassen zwar oft vortheilhaft und bequemer für Zugkraft und Reisende, aber theurer als Hochstrassen.

Im Gebirgs- und höheren Hügellande meistens Thalstrassen anwendbar. Im flachen Hügellande bei feuchten und morastigen Thälern, wo bewohnte Orte mehr auf der Höhe, kein Kies mehr in den Bächen, das Gestein der Bergabhänge mit hoher Erdschicht bedeckt, sind Hochstrassen angezeigt.

Sowohl Hoch-, wie Thalstrassen, welche fast parallel mit Wasserscheide oder der Thalwand gehen, hemmen den Wasserabfluss von der Wasserscheide bis in den Thalweg, daher Gräben und Durchlässe, welche, wenn Strasse auf Wasserscheide angelegt, nicht in dem Maasse erforderlich.

Strassen in Ebenen im Allgemeinen weniger Umwege, als in Gebirgen. Hochstrassen in der Richtung der Wasserscheide schon stärkere Umwege. Am stärksten bei Thalstrassen, wenn man sich der Wasserscheide nähert und den Verästungen der kleineren Thäler folgen muss.

Auf einer grösseren Strecke bei gewöhnlichen Hoch- und Thalstrassen Umwege von $^1/_6$ bis $^1/_8$ erlaubt, $^1/_4$ bis $^1/_2$ auf kleineren. Die Kosten der Unterhaltung auf grössere Länge, gegen die Unterhaltung und die Anlage von Kunstbauten bei kürzerer Länge zu vergleichen. Wenn starke Zunahme des Verkehrs erwartet wird, kürzere Trace meistens vorzüglicher. Meisten vorhandenen Strassen, etwa Umweg von $^1/_5$.

Beim Traciren der Thalstrassen in hügligtem und mehr gebirgigem Lande, auf folgende Regeln zu achten.

1) Wenn nicht zu kostbar und wegen Wasserverhältnisse zulässig, Strassenkrone 1 bis $1^1/_2$ Fuss über dem höchsten Wasserstand, besonders bei frequenten Strassen. Einige Tage im Jahr unter Wasser nicht sehr hinderlich wegen Passage, wenn nur 1 Fuss darüber Wasser steht, und nicht sehr nachtheilig für Unterhaltung.

2) Nicht zu nahe dem Wasserlaufe, um keine kostbaren Schutzmittel gegen Strom und Eis nöthig zu haben; (wenn nicht zugleich als Deich dient). Also etwa 2 bis 10° davon entfernt.

3) Trockne Lage. Möglichst lange Sonnenschein und trockene Winde; daher die von Norden nach Süden und von Westen nach Osten fallenden Hänge geeignet, weil Schnee bald schmilzt und die Strasse besser bei Ostwind austrocknet (Fig. 16). Besonders in engen Thälern wichtig, wo wenig Sonnenschein und zuweilen auch wenig Längsgefälle. Auch möglichst frei zu legen und den Luftzug hemmende Gegenstände zu entfernen.

4) Zur Annäherung an Plätzen der Materialgewinnung und zur Umgehung kostbarer Grundstücke, sind oft Umwege gestattet.

5) In die Thalwand geht man ungern, weil Erd- und Felsarbeiten oft beträchlicher [1]), als in der flachen Thalebene, und das verwitterte oder abgeregnete Material

---

[1]) Die Grösse des Abtrags nimmt auch mit der Steilheit des Abhangs bei gleicher Böschung des Anschnitts bedeutend zu, sofern man nicht in einer steilen Wand auch eine steile Böschung anlegen kann. (Fig. 17).

des Hanges die Gräben häufig verstopft, zuweilen in steileren Gebirgen auch Erdstürze. Bei Aufthauen von Schnee Angriffe des heftig überlaufenden Wassers.

6) In einer sonst geraden Thalstrecke werden einspringende Serpentinen eines Bachs, wenn nicht zu hohe Kosten entstehen, begradigt, um den Bach von der Strasenlinie zu entfernen.

An concaven Ufern können verschiedene Fälle vorkommen:

a) Wenn steile Thalwand und gegenüber Vorland, (Fig. 18.) wird Bach nach der anderen Seite verlegt und Strasse kommt in das alte Bachbett zum Theil zu liegen; doch muss Thalwand fest, nicht quellig, verwittert etc. sein, damit nicht das Herunterstürzen von Steinen etc. zu befürchten. Oft durch Abräumen des Gerölles Material zum Strassenbau, auch Befestigung des Abhanges durch terrassenförmige Trockenmauern.

b) Wenn Wand nur auf 30—40′ Höhe steil und reissendes Gewässer zu fürchten (Fig. 19.) hebt man sich über dasselbe, indem man mittelst einer Steige von cr. $^1/_{36}$ auf die Höhe, denn bis zur nächsten Thalebene und wieder hinunter geht.

c) Bei nicht steilen Thalwänden kann man die Strasse zum Theil in dieselbe hinein legen.

d) Ueberschreitung des Bachs und Verbleiben auf dem convexen Ufer, und mittelst einer zweiten Brücke auf das andere Ufer zurück. (Fig. 20.)

Ueber die Zweckmässigkeit einer oder der anderen Methode, entscheiden die Anlage- und Unterhaltungskosten.

7) Wenn Bäche aus den Seitenthälern halbe Schuttkegel oder Gerölle gebildet haben:

a) Wenn Kegel bereits ausgebildet, um ihn herum und Bach mit Brücke überschritten. (Fig. 21.)

c) Wenn oberhalb der Bach schon regelmässiges Bett hat, und unten noch Schutt anhäuft, an der obern Stelle mit Brücke überschritten und mit Steige hinauf und wieder herunter, oder

b) wenn möglich, legt man die Strasse auf die andere Seite des Hauptbaches.

8) Bei Thalengen (Fig. 22) kann man, wenn auf dem oberen Hang keine tiefen Schluchten, auf diesen gehen (*a*), oder man drängt sonst den Bach hinüber an die eine Wand und lässt ihm nur das nöthigste Profil für das Hochwasser (*b*)

9) In engen Thälern, (Fig. 23) mit steilen Abhängen und vorspringenden Bergrücken, durchbricht man diese mittelst Einschnitten (bis 50′ Tiefe) oder mit Tunneln,

---

Man hat z. B. $y = \alpha x$

$y = (x - b)\,\beta$

also die Coordinaten des Durchschnitts beider Linien

$$x = \frac{\beta b}{\beta - \alpha} \qquad y = \frac{\alpha \beta b}{\beta - \alpha}$$

und Δ des Abtrags $= \frac{y\,b}{2}$

$$= \frac{^1/_2\ \alpha \beta b^2}{\beta - \alpha}$$

für ein anderes Dreieck wo die Tangente des Bergabhangs α_1 ist, hat man

$$\Delta_1 = \frac{^1/_2\ \alpha_1 \beta b^2}{\beta - \alpha_1} \quad \text{also}$$

$$\frac{\Delta}{\Delta_1} = \frac{\alpha\,(\beta - \alpha_1)}{\alpha_1\,(\beta - \alpha)}$$

z. B. sei $\alpha = ^1/_3$, $\beta = 1$, und $\alpha_1 = ^1/_5$,

so ist $\frac{\Delta}{\Delta_1} = \frac{^1/_3\,(1 - ^1/_5)}{^1/_5\,(1 - ^1/_3)} = \frac{^4/_{15}}{^2/_{15}} = 2.$

wobei die Strasse das zulässige Minimum der Breite erhält. Wann Einschnitt oder Tunnel: darüber entscheiden die Kosten mit Rücksicht auf die Gebirgsformation (zum Rutschen geneigtes Terrain, quellig, nicht haltbare Dossirungen — erschwerter Tunnel Bau, Ausmauerung etc.

10) Nicht durch enggebaute Dörfer, weil Verstopfung der Passage (z. B. in Kriegszeiten), auch nicht durch Orte, wo Sturzwasser durchfliessen. Besser oberhalb des Dorfes näher der Wasserscheide.

Im flachen Hügellande (Höhenunterschiede 40 — 50 Fuss), in weiten Thälern und Ebenen ist Bestimmung der Strassen einfacher. Folgende Regeln ausser den bereits sinngemäss anzuwendenden früheren: Möglichst kurz, gerade Linien mit stumpfen Winkeln, möglichst trocken, daher auf Rücken, die eine Art Wasserscheide bilden, oder wo diese nicht, über den trockensten Boden z. B. lehmigen Sand, grobkörn. Sand, sandigen Lehm. Flugsand zu vermeiden. Stellen mit Kieslagern, Feldsteinen, Steinbrüchen, sich zu nähern. — Winkelpunkte durch Hindernisse als: Senkungen, Sümpfe, Anhöhen, in der Strassenrichtung laufende Bäche gegeben, auch durch Vermeidung kostbarer Grunderwerbung. Gerade Linien nicht übertreiben, $^1/_2$ Meile für Fussgänger, 1 Meile für Fuhrwerk langweilig. $^1/_2$ Meile die grösste Länge. — Kirchthurmlinien unmotivirt und veraltet. Wegen nasser Stellen und kleiner Sümpfe macht man in sonst zweckmässiger Richtung keinen Umweg. Grösseren Sümpfen und Mooren geht man gern aus dem Wege, indem man die Linie näher an die Thalwand verschiebt.

In militairischer Rücksicht ist noch zu bemerken:

1) möglichst Festungen und feste Punkte berühren, um Verproviantirung zu erleichtern.

2) Höhen und Gegenden vermeiden, die von jenseits der Gränze dominirt oder enfilirt werden können.

3) Im Rayon der Festung so zu legen, dass möglichst weit von einem der Werke bestrichen werden kann.

4) Bei Uebergang über einen Strom, eine Strecke parallel mit demselben, um von keinem Ufer enfilirt werden zu können. (Fig. 24).

Für die Ueberschreitung von Thälern durch Strassen sind folgende Regeln zu beobachten:

1) Am liebsten höhere Theile des Thals überschritten, weil festerer Grund, weniger Wasser vorhanden. Dabei geringste Breite des Thals, wenn möglich, zu suchen. Also nicht nach *ab*, sondern nach *acb*. (Fig. 25). Oder nicht nach AB_1C, sondern vielleicht nach ABC, da die Ueberschreitung der drei kleinen Thäler 1. 2. 3 weniger kosten kann, als die des grossen Thals I. (Fig. 26.)

2) Man sucht Seitenthäler an beiden Ufern paarweise auf die *a*) ungefähr in der allgemeinen Strassenrichtung liegen *b*) die längsten sind, und *c*) möglichst nahe an einanderliegend in das Hauptthal münden. Dann Steigen in das Hauptthal hinab und an der andern Seite wieder herauf. (Fig. 27).

3) Wenn Richtung spitzen Winkel mit Hauptthal bildet, legt man zwei Steigen mit schwachem Gefälle in die Thalwände bis zu den Thalrändern, und führt zu beiden Seiten Strasse parallel ihrer Richtung fort.

4) Wenn Strassenrichtung rechtwinkelig das Thal schneidet und keine Seitenthäler vorhanden, geht man mit einer Steige an einem Hange bachaufwärts, an dem andern Hange wieder abwärts. Besonders bei Thälern mit starkem Gefälle bachaufwärts, weil abwärts Umweg wegen des Gefälles des Thals selbst.

5) Ist das Thal sehr schmal, so erspart man Auf- und Absteigen und Umweg indem man den Thalweg mittelst bis 60 Fuss hohen Dammes, oder einer Brücke, oder Viaducts überschreitet. Vergleichung der Kosten.

6) Ist die Strasse mehr normal gegen die Thalrichtung, und ein Punkt im Thal welcher zu berühren ausserdem gegeben, so ist wenn die Thalwand grösseres, als das Maximalgefälle hat, eine Serpentine nicht zu umgehen, um z. B. eine Höhe h mit einer Neigung von n Procent zu erreichen, ist die nöthige Strassenlänge $\frac{100\,h}{n}$ (Fig. 28).

7) Bei Steigen ist wichtig, dass die Thalwand, wo man sie hinauf führt, in der

allgemeinen Richtung der Strasse liege, um das geringste Gefälle zu erhalten und Serpentinen zu vermeiden.

8) Brücken möglichst normal zum Thalweg, oder vielmehr zur Richtung des Hochwassers, um gegen solches, wie gegen Eisgang die Pfeiler zu schützen.

9) Bei steilern Abhängen, um Gefahr zu vermeiden, Strasse nicht in der Richtung der Brückenachse, sondern durch kleinen Umweg geringere Neigung. (Fig. 29).

Bei Hochstrassen gilt noch das Folgende.

1) Sie sollen nicht über das zulässige Gefälle von $^1/_{36}$ — $^1/_{24}$ hinausgehen, letzteres höchstens bei Uebersteigung von Wasserscheiden höherer Ordnung. Auf einigen Strecken, wo stärkeres Gefälle, als die Strasse, sind die Vertiefungen auszufüllen.

2) Nicht so wesentlich, weil mehr freier liegen, die vorhin angegebene Seite der Abhänge zu wählen, doch erwünscht.

3) Die Richtung möglichst so zu wählen, dass auf 1 bis $1^1/_2$ Meilen bewohnte Orte trifft.

4) Steinbrüchen und Kieslagern nahe zu legen, weil Material zur Unterhaltung und zum Bau liefern.

5) Stellen wo der Fels in grösserer Ausdehnung zu Tage liegt und nur wenig 2 — 3′ abzuarbeiten ist, zu vermeiden, weil Erdarbeiten theurer. Besonders dann, wenn Material nicht zur Steinbahn brauchbar ist.

Bei Aufnahme der Linien kommt häufig die Frage vor, ob es vortheilhaft, die Strasse mit 2 Steigen durch das Thal zu führen, oder mit einem Umweg zu umgehen.

Schwierige Entscheidung, weil Ermüdung der Zugthiere auf Steigungen nicht genau bekannt etc. Umpfenbach nimmt an, dass bei vorausgesetzter gleicher Ermüdung der Zugthiere, für leichtes Fuhrwerk der Umweg gleich dem 10fachen der Höhendifferenz, für Frachtfuhrwerk = dem 18fachen sein kann, und wenn gleichviel Fuhren beider Art = dem 15fachen.

Wenn also A die Länge der horizontalen Strasse, A_1 die Länge der Steigen $U = A - A_1$ der Umweg, Z die Höhendifferenz ist, so wird:

für leichtes Fuhrwerk... $U = 10\,Z$
für gemischtes Fuhrwerk $U = 15\,Z$
für Frachtfuhrwerk..... $U = 18\,Z$

sein dürfen.

Z. B. zwischen *abc* und *adc* zu wählen (Fig. 30), Umweg 30°, Horizontalen 100′ entfernt, Höhenunterschied $3^1/_2$ Abstände = 350′, könnte Umweg also gleich resp. 219, 328 oder 394 Ruthen sein. Da nur 30°, ist die Linie *abc* vorzuziehen.[1])

Beim Abstecken der Steigen mit dem Niveau, sind Längenmessungen nöthig. — Bei dem Gefällmesser (Eclimètre), dem Astrolabium oder Theodoliten mit Verticalkreis, sind Längenmessungen nicht erforderlich. Mit Theodoliten kann man zugleich die Horizontalwinkel messen; grössere Höhendifferenzen mit Barometer[2]). Ausführlicher beim Eisenbahnbau.

Abstecken der Curven.

Nachdem man durch gerade Linien die Richtung der Strasse in den Hauptzügen festgestellt hat und die Winkelpunkte bestimmt, handelt es sich darum, die Geraden durch Curven zu verbinden. Halbmesser nicht zu klein, hängt von der Breite der Strasse und Länge der Bespannung ab. Die Hann. Instruction bestimmt, dass im Allgemeinen der Halbmesser der Curve mit der Grösse des Winkels, welchen diese Linien bilden, im angemessenen Verhältniss stehen solle, und zwar: dass der Radius der Curve in Ruthen à 16 Fuss ausgedrückt, nicht kleiner sein soll, als die Zahl der Grade des Winkels durch 10 getheilt. Z. B. bei ∠ von 80° = 8°, bei ∠ von 90° = 9° etc. Was die Breite der Strasse bezüglich der Länge der Gespanne angeht, so sind dafür folgende Annahmen verschiedener Autoren. Man verlangt, dass wenn die Pferde sich auf dem Kreisbogen bewegen, der Zug stets tangential bleibe, also wenn (Fig. 31)

---

1) Beispiele über Bestimmung von Strassenrichtungen in Umpfenbach §. 26. Auch in Wedeke, Steenstrup und Beckers Strassenbau.

2) Vergl. auch Umpfenbach. §. 32.

l die Länge des Gespannes, dass der Endpunkt A stets auf der Strasse bleibe. Ist b die halbe Breite der Strasse, so ist $l^2 + r^2 = (r + b)^2$

$$l^2 + r^2 = r^2 + 2rb + b^2 \text{ also}$$

$$r = \frac{l^2 - b^2}{2b}.$$

Die Hann. Instruction hat als Minimum:

$$\frac{l^2}{2B}$$

und setzt $l = 56$.

Man hat nämlich nach Fig. 32, wo die Pferde und Räder sich an den Kantensteinen bewegen:

$$r + B^2 = l^2 + r^2 \text{ also}$$
$$2B + B^2 = l^2$$

und B^2 gegen $2rB$ vernachlässigt,

$$r = \frac{l^2}{2B}.$$

also hat man bei 56′ langer Bespannung (Vierspänner), bei Breiten der Steinbahn von

24	Fuss	.... 4^0	Radius
22	„	.... $4^1/_2{}^0$	„
20	„	.... 5^0	„
18	„	.... $5^1/_2{}^0$	„
16	„	.... 6^0	„
14	„	.... 7^0	„
12	„	.... 8^0	„

Man kann auch diese Gleichung leicht für b auflösen und ersieht, dass bei gleicher Bespannung, die Strassenbreite nur vom Radius, nicht vom Centriwinkel des Bogens abhängig ist, also dass alle Strassen von gleichen Radien, gleiche Breiten erfordern.

Bei der in Fig. 33 gezeichneten Bedingung, wobei das äussere Pferd und das äussere Rad noch auf der Strasse bleiben sollen, erhält man das Folgende: Bezeichnen b die halbe Strassenbreite, s die Spurweite des Wagens, und ist $a = b - {}^1/_2 s$, oder weil s annähernd $= {}^1/_2 b$, ist $a = {}^3/_4 b$, so hat man aus der Figur $(r + 2a)^2 = r^2 + l^2$

$$r^2 + 4ra + 4a^2 = r^2 + l^2$$

$$r = \frac{l^2 - 4a^2}{4a}$$

oder

$$r = \frac{l^2 - {}^9/_4 b^2}{3b}$$

und nennt man B die ganze Strassenbreite, so ist $b = B/_2$, also

$$r = \frac{l^2 - {}^9/_{16} B^2}{1{,}5\ B}$$

$$r = \frac{4\,l^2 - {}^9/_4 B^2}{6\,B}$$

z. B. für $l = 56$; $B = 24$, ist

$$r = \frac{4 . 3136 - {}^9/_4 . 576}{144}$$

$$= \frac{11248}{144} = 78 \text{ Fuss},$$

wozu noch für die Mitte $a = {}^3/_8\, B = {}^3/_8 . 24 = 9$ Fuss, zusammen 87 Fuss.

Nach der Formel

$$r = \frac{l^2 - b^2}{2b}$$

hätte man gehabt

$$r = \frac{3136 - 144}{24} = 125 \text{ Fuss.}$$

Für die Tangentenlänge X hat man noch

$$X = \frac{r}{\text{tang } \alpha}.$$

Für die Verbindung der geraden Linie durch Curven, resp. das Abstecken der letzteren, hat man eine grosse Anzahl Methoden, von denen die gebräuchlichsten hier kurz angeführt werden mögen.

1) Abstecken von der Tangente aus.

Am Winkelpunkte D misst man mit der Kette oder dem Theodoliten, den $\angle \delta$, dann ist der halbe Centriw. $\beta = \delta'_2$. Kann man δ nicht unmittelbar messen, so misst man $\angle DPQ$ und $\angle DQP$ und die Länge c. Dann ist

$$\delta = \angle P + \angle Q$$

und

$$DP = a_1 = \frac{c \sin Q}{\sin \delta}$$

$$DQ = a_2 = \frac{c \sin P}{\sin \delta}.$$

Ferner die Tangentenlänge

$$DA = t = r \text{ tang } \beta$$

Es sind daher die von P und Q aus abzuschneidenden, die Tangentenpunkte A u. B bestimmenden Stücke:

$$PA = s_1 = t - a_1 = r \text{ tang } \beta - \frac{c \sin Q}{\sin \delta},$$

$$QB = s_2 = t - a_2 = r \text{ tang } \beta - \frac{c \sin P}{\sin \delta}.$$

Wird die Tangente AF zu lang, so dass die zu nehmenden, mit dem Winkelkreuz oder nach Augenmaass abzusetzenden normalen Ordinaten zu lang werden, so benutzt man die Hülfstangenten EF und EG indem man von A, $AF' = r \text{ tang } \beta/_2$ und von B dieselbe Länge absetzt, welches Verfahren man beliebig mit r tang β'_4 etc. wiederholen kann. Zur Controle misst man, ob $FG = 2\,AF'$ ist und halbirt wohl, wenn es angeht, mit dem Theodoliten den $\angle FDG$. Dann muss die abgesteckte und berechnete DE in die FG fallen, wenn genau gearbeitet ist.

Die Länge der Abscissen a (Fig. 35), welche zu den Ordinaten x gehören, die man bei Curven von grossem Halbmesser alle 10^0, bei kleineren 5^0, oder nach Belieben näher annimmt, bestimmt sich aus der Gleichung

$$(r - a)^2 + x^2 = r^2 \text{ oder}$$

$$r^2 - 2ar + a^2 + x^2 = r^2, \text{ oder}$$

wenn man bei grossem Halbm. a^2 gegen $2ar$ vernachlässigen kann, $2ar = x^2$, daher

$$a = \frac{x^2}{2r};$$

will man genauer rechnen, so hat man

$$(r - a) = \sqrt{x^2 - x^2}$$

oder

$$a = r - \sqrt{r^2 - x^2}.$$

Für diese Abscissen finden sich in verschiedenen Werken zum Abstecken von Curven, z. B. Kröhnke, Waege, Bona, Brunckow, Usener etc., die Werthe berechnet. Für Abstecken bei Eisenbahnen genügte meistens die kleine Tabelle im Anhange.

Ist die Curve durch Pfähle oder Baaken bezeichnet, so kann man von A aus mit 10^0 oder 5^0 die Linie weiter stationiren. Verlangt man, dass die Abscissenlängen

so gewählt werden, dass die Curvenpunkte auf dem Bogen richtig stationirt sind, so kann man das von Sonne (auch im Krohnke) — Notizbl. des hann. Arch.- und Ing.-Vereins. Band I. 1851 — 52. pag. 186 angegebene Verfahren anwenden.

2) Abstecken von der Sehne aus (Fig. 36).

Man hat wie vorhin $\angle ACB = \delta = \angle P + Q$

ferner $$PA = s_1 = \frac{c \sin Q}{\sin \delta} - r \operatorname{tang} \beta$$

$$QB = s_2 = \frac{c \sin P}{\sin \delta} - r \operatorname{tang} \beta.$$

Man findet so A und B und misst $AM = BM = r \sin \beta$ ab, und errichtet das Perpendikel $EM = r(1 - \cos \beta)$. Dann misst man in AE, $AN = r \sin \beta/_2$, und errichtet das Perpendikel $FN = r\ (1 - \cos \beta_{\,2})$ u. s. w. Oder man theilt auch die halbe Sehnenlänge AN in n gleiche Theile, und macht (Fig. 37) die Normale

$$\overline{1\alpha} = h\left(1 - \left(\frac{1}{n}\right)^2\right)$$

$$\overline{2\beta} = h\left(1 - \left(\frac{2}{n}\right)^2\right)$$

$$\overline{3\gamma} = h\left(1 - \left(\frac{3}{n}\right)^2\right), \text{ was annähernd,}$$

denn es ist z. B. $(r - h)^2 + a^2 = r^2$ oder

$r^2 - 2rh + h^2 + a^2 = r^2$ und weil

$2rh$ sehr gross gegen h^2, letzteres vernachlässigt, bleibt:

$$2rh = a^2 \text{ oder } h = \frac{a^2}{2r}.$$

Eben so ist $$h_1 = \frac{b^2}{2r};\ h_2 = \frac{c^2}{2r};\ h_3 = \frac{d^2}{2r};$$

mithin $$h_1 - h = 3\bar{\gamma} = h\left(1 - \frac{h_1}{h}\right);$$

$$= h\left(1 - \frac{\frac{b^2}{2r}}{\frac{a^2}{2r}}\right) = h\left(1 - \frac{b^2}{a^2}\right)$$

und wenn $a = ns$ und z. B. $b = 3\ .\ s$ ist,

$$3\bar{\gamma} = h\left(1 - \left(\frac{3}{n}\right)^2\right) \text{ u. s. w.}$$

Mit dem Theodoliten kann man, wenn sonst nicht anzukommen, sich die Umfangswinkel α abstecken und die zugehörigen Tangenten-Längen ab abmessen $= r \operatorname{tang} \frac{\alpha}{2}$, und dann wie früher Ordinaten absetzen, doch muss man sehr genau verfahren. (Fig. 38.)

Bei Versuchslinien, wo es auf grosse Genauigkeit meistens noch nicht ankommt, und wo man nur die Richtung der einen Tangente kennt, aber gleich den Bogen abstecken will, setzt man eine nach der Karte ohngefähr berechnete Tangentenlänge $AF = t$ ab, (Fig. 39), und normal darauf $FG = K = \frac{t^2}{2r}$, halbirt AF in D und setzt normal darauf $DE = \frac{\left(\frac{t}{2}\right)^2}{2r} = \frac{t^2}{8r} = {}^1/_4\ k$ ab, steckt in der Richtung DG die

Tangente $GL = t$ aus, u s. w. und fährt so lange fort, bis man mit der Tangente Y in die gewünschte, auf irgend einen zu erreichenden Punkt Z angezeigte Richtung kommt. Trifft man diese Richtung nicht und will z. B. nach Z_1 so nimmt man die entsprechende Länge a, setzt sie von T bis T_1 ab, setzt von Q bis Q_1 die Länge $a\ (1 - \sin \alpha)$, oder meistens genau genug: $a\left(1 - \frac{2k}{t}\right)$ ab, macht $S_1T_1 = ST$, und steckt S_1Q_1 ab, welches man in R_1 halbirt, um zu erfahren, ob die Richtung R_1T_1 besser stimmt.[1]) Hat man die Längen $AF = t$ und $FG = k$ vorerst gewählt, ohne den Radius genau zu kennen, so findet man ihn aus $r = \frac{t^2}{2k}$. Wäre der Halbmesser genau bekannt, so könnte man die Absteckung mit einem Theodoliten (6 — 8″ Horizontalkreis) genau machen, indem man DE und FG unter den richtigen ∠keln absetzte, und statt der Tangente die Sehne halbirte etc.

Ein ebenfalls annäherndes, noch etwas einfacheres Verfahren besteht (Fig. 40) darin, dass man auf die gleichen Tangentenlängen AB, CD, EF etc. die Normalen $BC = \frac{1}{2}DE$, DE, FG etc. und zuletzt wieder $KL = BC$ absetzt, und wenn man die gewünschte Richtung verfehlt hat, wieder ähnlich wie im vorigen Falle verfährt.

Zahlreiche andere Methoden finden sich in fast jedem Werke über Wegbau und Eisenbahnbau, auch über den Fall, wo man Curven aus verschiedenen Kreisbögen zusammensetzt. Je nach der Localität und den zur Hand befindlichen Instrumenten, wie der erforderlichen Genauigkeit, wendet man verschiedene Methoden an.

Ausführliches beim Eisenbahnbau.

Zwei nahe auf einander folgende Contre- oder S-Curven, (z. B. bei Serpentinen), sind durch eine Gerade von 5 — 15 Ruthen Länge zu verbinden. Die Mittellinie der Strasse ist den Terrainformen thunlichst anzuschliessen, und wo es dem Terrain entspricht, fortwährend in angemessenen Krümmungen zu halten. Man lege, wenn es angeht, die Winkel-Punkte in solche Wendungen, wo sie dem Auge mehr entzogen werden.

Vom Längenprofil und den Gradienten der Strassen.

Hierüber ist schon Einiges bei dem Capital über Leistungen der Zugthiere vorgekommen. Die zweckmässige Bestimmung des Profils ist selbstredend eben so wichtig, wie ein gutes Alignement der Strasse, und es mögen hier noch einige Erfordernisse genannt werden, während Ausführliches beim Eisenbahnbau vorkommen wird.

Die Wahl der Gradiente ist von dem Zweck der Strasse mit abhängig. Wenig frequente Strassen, und wo eine gute Fahrbahn nicht zu erreichen, können mehr Gefälle haben, und für Frachtfuhrwerk weniger, (Umpfenbach $^1/_{24}$), als für leichtes Fuhrwerk, (Umpfenbach $^1/_{18}$). Auch ist ein starkes Gefälle wegen des rasch abfliessenden Wassers der Unterhaltung nachtheilig. Umpfenbach hat beobachtet, dass bei $0 - {}^1/_{72}$ die Strasse kothig war, bei $^1/_{48} - {}^1/_{36}$ war kein Koth mehr vorhanden, bei Gefällen bis $^1/_{15}$ zeigten sich schon, wegen Abwaschung des Kieses, die Steine der Grundlage bis 2″ hervorstehend, bei $^1/_{18}$ bis $^1/_9$ war die Strasse uneben und die Steine der Grundlage standen bis zu 6″ Höhe heraus.

Er hält das aus diesen Gründen anzunehmende mindeste Gefälle zwischen horizontal und $^1/_{24}$, gewöhnlich nimmt man nach ihm indessen $^1/_{144}$ bis $^1/_{192}$ an, weil hierbei die Strassen schon merklich abtrocknen und diese Neigung in den meisten Terrains ohne besondere Erdarbeiten zu erlangen; doch in flachen Thälern, welche oft geringes Gefälle haben, werden letztere schon zu gross. Man folgt daher dann dem Terrain und vergrössert die Querneigung der Strasse, wovon später die Rede sein wird.

Starke Gefälle werden, da die Zugkraft der Pferde abnimmt, nach oben hin schwächer. Trésaguet nimmt z. B. bei einem 3600 Fuss langem (developpirt) Abhange

---

1) Bei M setzt man $a\left(1 - \frac{4k}{t}\right)$, bei G: $a\left(1 - \frac{6k}{t}\right)$ ab, um die Punkte der neuen Curve annähernd zu erhalten.

von 150 Fuss Höhe, 5 Rampen, nämlich 600 Fuss $^1/_{18}$; $600' = {}^1/_{21} - {}^1/_{22}$; $660' = {}^1/_{22}$; $- {}^1/_{25}$; 840 Fuss $^1/_{27}$; $900' = {}^1/_{36}$, und bringt bei jeder Abtheilung circa 120 Fuss lange Ruheplätze mit geringem Gefälle an, wobei letztere möglichst in den Wendungen der ein- und auswärtsgehenden Winkel der Berge zu liegen kommen. In den Hauptwendungen der Bergsteigen vermindert man desshalb das allgemeine Gefälle erheblich, weil auf diesen Wiederkehren durch die schräge Richtung des Zuges, besonders der vorderen Pferde, viel Kraft verloren geht, und weil bei der Thalfahrt die Deichselpferde gleichzeitig biegen, gehen und zurückhalten müssen. Wie schon bemerkt, ist nach Bokelberg das grösste zulässige Gefälle, wovon nur ausnahmsweise abzugehen

$^1/_{40}$ im Flachlande,
$^1/_{30}$ im Hügellande,
$^1/_{24}$ im Gebirgslande.

Auf längeren, ansteigenden Strecken ist mit der stärksten Steigung zu beginnen und diese allmählich auf je 100 bis 150° Länge in der Weise zu vermindern, dass auf jeder ferneren Strecke, für jeden ferneren Fuss Steigungshöhe, wenigstens ein Fuss Länge mehr genommen wird, als in der vorhergehenden tieferen Strecke. Also auf den ersten 100 bis 150 Ruthen $^1/_{24}$, mithin auf 1 Fuss Höhe 24 Fuss Länge, auf den folgenden 100 — 150° auf 1 Fuss Höhe 25 Fuss Länge, dann 26′ u. s. f.

Nach der preuss. Anweisung von 1834 wird in gebirgigen Gegenden $^1/_{18}$, in hügligen $^1/_{24}$ bestimmt. Ist die Steige höher als 100 Fuss, so muss auf jede folgenden 100 Fuss, Höhe das Gefälle um $^1/_{288}$ vermindert werden, bis es nur noch $^1/_{24}$ in gebirgigen und $^1/_{36}$ in hügligen Gegenden beträgt. Wenn $^1/_{18}$ oder $^1/_{24}$ für lange Strecken anhält, so werden 5° lange Ruheplätze, mit höchstens $^1/_{144}$ Fall, angelegt.

Uebrigens kann man leicht die Gleichung einer Curve, welche eine Steige mit gleichmässig abnehmendem Gefälle bildet, ableiten.[1]) Sei A der Coordinatenursprung, (Fig. 41) so muss, wenn $\frac{dy}{dx}$ das Gefälle der Steige an jeder Stelle der Curve darstellt, die Bedingungs-Gleichung, weil dasselbe gleichmässig abnehmen soll, sein:

$$\frac{d^2y}{dx^2} = \text{Const.}$$

Zwei Mal integrirt, giebt:

$$\frac{dy}{dx} = cx + c_1$$

$$y = \frac{cx^2}{2} + c_1 x + c_{11}$$

also eine parabolische Linie, deren Constanten noch näher zu bestimmen.

Zuerst ist für $x = o$, auch $y = o$, also hat man: $c_{11} = o$ und

$$\left.\begin{aligned} \frac{dy}{dx} &= cx + c_1 \\ y &= \frac{cx^2}{2} + c_1 x \end{aligned}\right\} \text{1.}$$

Um c und c_1 zu bestimmen, werde

1) angenommen, dass bei A die Tangente $= \alpha$ sei, und dass die Curve durch den oberen Punkt der Steige gehe, wofür $x = m$ und $y = n$ ist, dann ist aus 1)

$$\text{für } x = o, \quad \frac{dy}{dx} = \alpha = c_1;$$

$$n = \frac{cm^2}{2} + c_1 m;$$

woraus

$$c = \frac{2(n - \alpha m)}{m^2};$$

---

1) Umpfenbach. pag. 290.

und die Gleichung 1 wird

$$\frac{dy}{dx} = \frac{2\,(n - \alpha m)}{m^2} - x + \alpha;$$

$$y = \frac{n - \alpha m}{m^2} \cdot x^2 + \alpha x.$$

2) soll die Steige oben in die Horizontale übergehen, so hat man die Bedingung:

für $x = o$ $\qquad \frac{dy}{dx} = \alpha = c_1;$

für $x = m$ $\qquad \frac{dy}{dx} = o = cm + c_1;$

für $x = n$ $\qquad y = n = {}^1/_2\, cm^2 + c_1 m;$

hieraus $\qquad n = -\,{}^1/_2\, cm^2;$

also $\qquad c = -\,\frac{2n}{m^2};$

in 1 substituirt also $\qquad \alpha = \frac{2n}{m} = c_1$

$$\frac{dy}{dx} = -\,\frac{2n}{m^2}\,x + \frac{2n}{m} \text{ und } y = -\,\frac{n}{m^2}\,x^2 + \frac{2n}{m}\,x$$

oder auch $\qquad \frac{dy}{dx} = -\,\frac{\alpha^2}{2n}\,x + \alpha$ und $y = -\,\frac{\alpha^2}{4n}\,x^2 + \alpha x.$

3) Ist endlich die Tagente des Neigungswinkels bei $A = \alpha$ und soll sie am oberen Punkt der Steige wofür $y = n$, z. B. $= \beta$ sein, so hat man

$$\alpha = c$$
$$\beta = cx + c_1$$
$$n = {}^1/_2\, cx^2 + c_1 x$$

und daraus $c = \frac{\beta^2 - \alpha^2}{2n}$; $\quad c_1 = \alpha$; $\quad x = \frac{2n}{\alpha + \beta}$

dann wird aus 1.

$$\frac{dy}{dx} = \frac{\beta^2 - \alpha^2}{2n}\,x + \alpha,$$

$$y = \frac{\beta^2 - \alpha^2}{4n}\,x^2 + \alpha x;$$

für $\beta = 0$ kommt man auf die sub 2 entwickelten Gleichungen. —

Man könnte nun Halteplätze dazwischen anbringen, indem man die einzelnen Curvenstücke horizontal verschiebt, doch würde dann, weil die Pferde inzwischen ausruhen, die Anlage der eben berechneten Curve im Profil, nicht mehr motivirt sein, auch hat solche in der Praxis Schwierigkeiten und würde oft bedeutende Erdarbeiten erforden, ferner würde die Beibehaltung des genauen Profils, bei Unterhaltung der Strasse, grosse Schwierigkeiten haben. Man lässt daher in der Praxis die Steigungen nach oben sich thunlichst vermindern, und sucht sich dabei möglichst dem Terrain anzuschliessen.

Eine ein Mal erstiegene Höhe giebt man, wenn nicht unverhältnissmässige Erdarbeiten entstehen, nicht gern auf, (verlorne Steigung, undulirendes Gefälle). (Fig. 42).

Uebrigens rundet man die Steigungen, wo sie im Profil zusammen stossen, nach einem thunlichst grossen Halbmesser ab, um keinen Knick im Profil zu haben.

Einige Autoren sind der Ansicht, dass ein wellenförmiges Profil vortheilhaft sei, weil wegen der abwechselnden Zugkraft die Zugthiere weniger ermüden, als auf horizontalen Strassen, und weil eine bessere Abtrocknung der Strasse erreicht, auch eine zu starke Querneigung der Strasse vermieden werde. Sganzin verlangt im Minimum ${}^1/_{125}$ und die preussische Anweisung ${}^1/_{576}$, nur aufgedämmte Strassen auf

beinahe horizontalen Flächen oder an Strecken, wo viel Luftzug, dürfen Ausnahme machen. Tostain verlangt $^1/_{166}$. Indessen ist, falls das Terrain diese Gefälle nicht ergiebt, eine absichtliche Anlage solcher abwechselnder Steigungen verwerflich und höchstens bei solchen Strassen motivirt, wo die Fusswege höher liegen, als die Fahrbahn, und das Wasser am Rande des Fussweges, nach der Länge fliessend, an einzelnen Stellen unter letzterem durchgeleitet wird.

Den Gräben giebt man dabei ein Gefälle, welches sich nach den die Strasse durchschneidenden Wasserzügen, welche das Grabenwasser aufnehmen, richtet, was wenigstens $^1/_{300}$ sein soll, und sonst der Neigung der Strasse folgt. In wenig feuchtem Terrain genügen oft horizontale Gräben, worin das Wasser verdunstet, und die dann mehr den Zweck haben, als Einfriedigung der Strasse zu dienen. Bei starkem Gefälle und grösserer Geschwindigkeit kann der Boden angegriffen werden, und für leichten sandigen Boden ist eine Geschwindigkeit von 2 Fuss $(^1/_{2000})'$, für Gräben in festem Thon $^1/_{130} = 8'$ Geschwindigkeit, oft dazu schon hinreichend, wenn viel Wasser darin fliest. Man befestigt daher bei grösseren Neigungen die Gräben, oder trifft weiter unten angegebene Einrichtungen. —

Den Gewässern ist ein genügender Abfluss zu verschaffen, wobei als vornehmster Grundsatz gilt, die bestehenden Wasserverhältnisse möglicht wenig zu ändern. Ueber die Bestimmung der Weiten der Brücken und Durchlässe Näheres im Brückenbau.

In der Regel legt man die Strasse gern, der besseren Trockenheit halber, etwas über das Terrain, was man oft durch Vergrösserung des Grabenprofils, um Erde zu gewinnen, ohne grosse Kosten erreichen kann. Wenigstens soll die Sohle des Erdkastens oder die Unterbettung der Steinbahn einige Zolle über dem Grundwasser liegen, oder besser, über dem mittleren Wasserstand des Grabens. In Inundationsflächen darf die Kronenkante vom Hochwasser nicht erreicht werden, und man muss für genügenden Abfluss des Wassers durch Brücken und Mulden sorgen. Ist diese Lage nicht ohne nachtheilige Aufstauung und Gefährdung des Strassendamms zu erreichen, so bleibt Nichts übrig als die Strasse in die Höhe des Terrains zu legen.

Eine fernere Rücksicht bei Projectirung der Gradienten ist, dass sich die Auf- und Abträge möglichst ausgleichen, so dass man letztere zu ersteren verwenden kann, wobei zu beachten ist, dass die Erde aus dem Abtrage wegen der Auflockerung, da sie auch durch Stampfen nie so fest, wie der (gewachsene) Abtragsboden wird, mehr Auftrag giebt. Durchschnittlich 5% mehr, doch ist dies Mehr nach Beschaffenheit des Bodens zum Auftrage und nach Höhe der Dämme, verschieden, auch können Sackungen wegen des Untergrunds vorkommen. (Näheres im Eisenbahnbau). Hierbei ist zu untersuchen, ob es sich, wenn die Transportentfernungen sehr weit werden, nicht billiger stellt, die Abträge zur Seite zu lagern und die Aufträge durch Seitenentnahme oder Ausgrabungen zu formiren. In diesem Falle sind die Kosten der Grunderwerbung der Ablagerungs- und Ausgrabungsflächen zu berücksichtigen, welch Letztere man öfter durch Cultur und Bepflanzen verwerthen kann. Näheres hierüber beim Eisenbahnbau.

Dritter Abschnitt.

Querprofile der Strassen.

Die Strassen dienen dem Fortkommen von Menschen, Reitpferden, Zugpferden und sonstigen Thieren. Für den Menschen ist ebene nicht zu harte Bahn, für Reitpferde und andere Thiere ebenfalls, da sie in feuchtem, weichen Boden einsinken, für Zugthiere harte, glatte, befestigte Bahn, erforderlich, um den Widerstand der Fuhrwerke zu vermindern. Meistens nur in trockener Jahreszeit, lässt sich auch nicht zu schweres Fuhrwerk auf Erdwegen noch transportiren. Daher für Fussgänger ein Fusswog, für Reitpferde und leichtes Fuhrwerk Sommerweg, fur schweres Fuhrweg die Steinbahn anzulegen ist.

Einige sind gegen den Sommerweg, da er nicht zu allen Zeiten fahrbar, und wollen statt Sommerweg und schmaler Steinbahn eine breitere Steinbahn, weil, obgleich die Anlage letzterer kostbarer, die Unterhaltungskosten einer breiten, auf ihrer ganzen Oberfläche befahrenen Steinbahn in gewissen Gränzen, die sich nach der Lebhaftigkeit des Verkehrs richten, geringer sind, als die einer schmaleren, deren Oberfläche nur in einer geringeren Breite befahren wird, und des Sommerwegs. Auch kann die Kronenbreite geringer sein, und es wird an Erdarbeiten und Grundentschädigung gespart.

Dagegen lässt sich einwenden, dass der Sommerweg oft vom ärmeren Landmann mit unbeschlagenen Wagen und Pferden befahren wird; auch für beschlagene Pferde ist bei trocknem Wetter die Steinbahn nachtheilig, wenn sie sich schnell darauf bewegen müssen, und für den Reisenden auf Wagen ohne Federn, sind die Erschütterungen der Steinbahn unbequem. $^2/_3$ der Fuhrwerke benutzen häufig bei trockner Jahreszeit den Sommerweg und die Steinbahn wird geschont. Ferner gewährt er schweren Fuhrwerken Raum zum Ausbiegen, endlich halten auf breitem Pflaster die Fahrwege ebenfalls gern die Mitte. Indessen ist es häufig bei frequenten Wegen und unter später anzuführenden Umständen motivirt, den Sommerweg durch eine zweite Steinbahn zu ersetzen. Dann ist die eine Steinbahn ein Pflaster, die andere als Steinschlagbahn hergestellt. Auch kommt es auf die Kosten an und ob Material zu Steinschlagbahnen leicht zu beschaffen ist.

Das Profil der Strassen besteht nun, je nach Bedürfniss des Verkehrs, wenn ganz vollständig, aus 1 Fussweg, 1 Pfad für Reiter, Sommerweg oder Steinschlagbahn zum Ausweichen zweier Wagen, auch zur Benutzung fur leichtes Fuhrwerk, Steinbahn für zwei breitgeladene Wagen, und Materialienbankett. Häufig fehlt einer dieser Theile, am meisten der Pfad für Reiter, wozu der Sommerweg dient.

Im Allgemeinen hängt die Breite der Fahrbahn von der Spurweite und von der Anzahl sich begegnender Fuhrwerke ab. Lastwagen haben breitere, Spur als leichtes Fuhrwerk, weil sie, hoch beladen, leichter umwerfen. (Umpfenbach nennt Spurweite die lichte Entfernung zwischen den Rädern) und giebt nach der Erfahrung als am zweckmässigsten an:

für schweres Frachtfuhrwerk . . .	$5^1/_2 - 6'$ rheinl.
für zweirädrige Personenfuhren . .	$4^1/_2 - 5'$ „
für vierrädrige desgleichen . .	$4'\,3'' - 4'\,6''$,

indessen hat bei guten, festen Wegen, wo keine Gleise eingefahren sind, das Vor-

schreiben einer Spurweite wenig werth, weil das Spurhalten nicht, wie bei schlechten Wegen mit eingefahrenen Gleisen, das Fortkommen erleichtert; dagegen schadet auf guten Wegen eine gleiche Spurweite eher. Wegen der überstehenden Ladungen grosser Lastfuhrwerke muss man die Steinbahn, wenn zwei sich darauf, ohne auf den Sommerweg abzubiegen, bewegen sollen, wenigstens für jedes 2 Mal Spurweite breit, im Ganzen also 4 Mal Spurweite machen, wozu noch 1 bis 2 Fuss Spielraum. Dies genügt schon für sehr frequente Strassen. Nach Arndt ist $2^1/_2$ mal Breite der Fuhrwerke zu empfehlen.

Die grösste Kronen-Breite sehr frequenter Strassen ist von 50 bis 60′ nämlich im Mittel nach Umpfenbach:

Pfad für drei Fussgänger, bequem ausweichend	6′
Pfad für zwei Reiter	6′
Sommerweg zum Ausweichen von zwei Wagen	16′
Steinbahn für 2 breitgeladene Wagen, die sich ausweichen ohne dem Rande nahe zu kommen	20′
Bankett zum Aufsetzen der Materialien	4′
	52′

Die geringste Breite, die man einer Strasse geben kann, welche nicht von schwerem Fuhrwerk befahren wird, ist nach Umpfenbach 18 Fuss, nämlich

Pfad für zwei Fussgänger	3′
Steinbahn für zwei beladene Wagen	12′
Raum zum Aufsetzen der Materialien	3′
	18′

Gewöhnlich ist die Breite der Strassen zwischen diesen Maassen, und z. B. nach Umpfenbach wie folgt:

Wenig frequente Strassen ohne Sommerweg.

Fusspfad	4′
Fahrbahn	12′
Materialien	4′
	20′

Desgl. mit Sommerweg.

Fusspfad und Raum für Materialien	6′
Fahrbahn	12′
Sommerweg	12′
	30′

Bei grösserer Frequenz (ohne Sommerweg).

Fussweg	6′
Fahrbahn	16′
Materialien und Reitweg	6′
	28′

Mit Sommerweg.

Fussweg und Raum für Materialien	8′
Fahrbahn	16′
Sommerweg	16′
	40′

Stark befahrene Handelsstrassen ohne Sommerweg.

Fussweg	8′
Fahrbahn	20′
Reitweg und für das Material	8′
	36′

mit Sommerweg.

Fussweg und Raum für Materialien	10′
Fahrbahn	20′
Sommerweg	16′
	46′

Nach der preussischen Anweisung von 1834 darf die Breite der Strasse (des Planums) nicht über 40 und nicht unter 24′ sein. Als Beispiele sind folgende Vertheilungen gezeigt.

Bezeichnung der Strasse	Breite des Planums	Breite des Material-Banketts	Breite der Stein- oder Kiesbahn (zwischen den Bordsteinen.)	Breite des Sommer-weges	Breite des Fussgänger-Banketts
Strassen mit Sommerweg	40	6	16	12	6
	36	5	16	12	3
	32	5	14	10	3
	30	4	14	10	2
Ohne Sommer-weg	36	6	24	0	6
	32	6	20	0	6
	30	6	20	0	4
	24	5	16	0	3

Nach derselben Anweisung soll in langen Hohlwegen und auf Stellen, wo der Abhang grösser als $^1/_{30}$ ist, der Sommerweg fortfallen, dagegen die Steinbahn um $^1/_4$ breiter werden. Bei kostbarem Boden, hohen, langen Dämmen und tiefen Einschnitten wird die Breite möglichst eingeschränkt, doch dürfen die Veränderungen der Breite nicht auf kürzeren Strecken als 1800 Fuss statt finden und wo möglich in einer Biegung, um solche dem Auge zu entziehen. Wenn man nicht grösseren Krümmungshalbmesser anwenden kann, wird Breite der Strasse um $^1/_4$ vergrössert, wenn Wendung ∠ zwischen 120° und 90° bildet, und um $^1/_2$ wenn ∠ unter 60°. In der Nähe einer solchen Wendung wird dann auch, falls das Gefälle es erfordert, der Wart- oder Ruheplatz angebracht. Nach Wedeke (pag. 106) normirten — (vor 1834 wahrscheinlich) — in Preussen folgende Breiten der einzelnen Theile einer Kunststrasse.

Einzelne Theile einer Kunststrasse.

Classe	Banketts.	Steinbahn	Sommerweg	Ganze Breite
I.	6	16	18	40
II.	4	14	12	30
III.	4	14	10	28
IV.	6	20	6	32
V.	4	16	4	24

IV und V mit schmalen Sommerwegen, wo Einschränkungen aus den vorhin angegebenen Gründen erforderlich sind. Wenn also z. B. I. einzuschränken, nimmt man Krone von 32 Fuss oder IV. Eben so z. B. V. statt II. und III.

Der breiteste Lastwagen nimmt nach Pechmann nie über 10 Fuss mit Ueberhang ein, so dass eine Breite von 20 Fuss, für die Fahrbahn einer Hauptstrasse genügt. In der Nähe grosser Städte, kann nach ihm eine Breite von 24 bis 26 Fuss erforderlich sein. Englische Wege: im Minimum für Fussgänger 6′, Pferde $7^1/_3$′, Wagen 18 Fuss. Grosse Strassen $24 - 27^1/_2$′ und 15′ breite Steinbahnen. Nach einer Parlamentsacte sollen die Barrière-Strassen in der Nähe grosser Städte 55′ breit sein. — Nach Mac Adam müssen in der Nähe grosser Städte 30 — 40 Fuss Breite vorhanden sein, sonst weniger, doch nicht unter 18 Fuss. — Telford hält 30 Fuss für genügend, ausgenommen in der Nähe grösserer Städte; Kirchspielstrassen nach ihm nur 20′. Dänemark (1793) Haupt-Landstrassen 40′ (1841 aber auf $32 - 24$′ eingeschränkt),

kleinere Landstrassen wenigstens 24—28′, keine Strasse mit Graben darf geringere Breite als 20—24′ haben. Bei Gemeinden-, Kirch-, Mühlen-, und andern Nebenwegen Breite 16′ im Minimum. In Wesermann pag. 219 etc. sind die Breiten von Strassen verschiedener Länder nachzusehen. Die Römerstrassen hatten nach ihm 20 Fuss Steinweg, 20′ Sommerweg (?), 20′ Fussweg, zusammen 60′.

Für die französischen Strassen giebt Sgauzin (v. Lehritter und Strauss pag. 207) folgende Breiten an:

Klasse	Gräben	Fussweg	Fahrbahn	Ganze Breite ohne Grüben
I.	2^m	$6,^m{}_{66}$	$6,^m{}_{66}$	20^m
II.	2^m	$3,_{00}$	$6,^m{}_{00}$	12^m
III.	$1^2/_3{}^m$	$2,_{00}$	$6,^m{}_{00}$	10^m
IV.	1^m	$1,_{50}$	$5,^m{}_{00}$	8^m

Die Strassen der I. Classe sind die, welche von der Hauptstrasse ausgehend das Land durschneiden und ohne Unterbrechung mit den vorzüglichsten Städten fremder Länder communiziren.

Die der zweiten Classe gehen vom Mittelpunkt des Landes aus und stossen auf einen Hauptort des Departements.

Die dritte Classe bildet die Communication von Hauptort zu Hauptort, von einer grossen Gemeinde zu einer andern, und von dieser letzteren zu einer Strasse erster Classe.

Die vierte Classe begreift die Wege von Dorf zu Dorf, auch Vicinal-Wege genannt.

Baden:

Hauptstrassen	28 — 32 Fuss	$(8,^m{}_4 - 9,^m{}_6)$
minder wichtige Strassen	24 — 28 „	$(7,^m{}_2 - 8,^m{}_4)$
Vicinalwege	20 — 24 „	$(6,^m - 7,^m{}_2)$

Die Breite der Bezirksstrassen, Vicinalwege, Dorfwege, welche also die kleinen Städte, Flecken und Dörfer unter sich und mit den Hauptwegen verbinden, ist ebenfalls sehr verschieden; man sollte sie (nach Pechmann) im Allgemeinen wie die Hauptstrassen, nur in geringerer Breite erbauen. Man gab ihnen in Baiern 22′ Breite, nämlich 16 Fuss Fahrbahn und 2 bis 3′ die Fusswege, oft reicht man mit 12 bis 16′ im Ganzen aus.

In Hannover heissen die königlichen Strassen: Chausseen, die Landstrassen werden von den Gemeinden, die zu einem Verbande (meistens Amtsbezirk) zusammengelegt sind, gebaut, mit Beihülfe aus Landesmitteln.

Im Allgemeinen hat sich daher die Steinbahnbreite nach der Grösse und Beschaffenheit des Verkehrs, nach der Beschaffenheit des Materials, nach der Leitlinie der Strasse, (z. B. Breiterwerden wegen Krümmungen), und nach der Entbehrlichkeit oder Unentbehrlichkeit eines Sommerweges zu richten.

Der Sommerweg trägt nicht immer dazu bei, den Unterhaltungsbedarf im Ganzen zu vermindern, für den Verkehr ist derselbe jedoch unter allen Umständen von wesentlichem Nutzen, namentlich da, wo die Steinbahn gepflastert ist, wo Viehherden und Ackerwirthschaftsfuhren häufig passiren, wo durch Ansteigung der Strasse das rasche Bergabfahren auf den besteinten Bahnen nicht ohne alle Gefahr ist, und wo der Ackerbau mit Hornvieh betrieben wird.

Auch für die Strasse und Casse zeigt sich der Sommerweg da besonders vortheilhaft, wo die Strasse mit Obstbäumen zu bepflanzen ist, weil Obstbaumpflanzungen eine grössere Breite erfordern, um nicht den Verkehr durch die Ausbreitung der Zweige, welche meistens grösser ist, als bei Waldbäumen, zu belästigen; ferner, wo die Steinbahnbreite auf ein Minimum beschränkt werden muss, so wie allenthalben zu der Zeit, wo die Steinschlagbahn ganz überdeckt und das Pflaster umgelegt werden muss. Theuer in der Unterhaltung auf Strassen von starkem Längengefälle lästig in den Ortschaften, unzweckmässig und meistens verwerflich aber

auf solchen Thalstrassen, welche an steilen Bergabhängen hinlaufen, so wie bei der Anlage von Strassen auf sehr werthvollem oder beschränktem Baugrunde.

In der bisherigen Anwendung haben sich nach Bokelberg folgende Strassenbreiten bewährt. Dabei ist nur ein Fussweg vorhanden, und die Materialien zur Unterhaltung lagern dann zwischen den Bäumen an der Sommerwegseite. Auf grossen Verkehrsstrassen und in der Nähe von Städten sind oft 2 Fusswege zweckmässig.

1) Für mit Obstbäumen bepflanzte Chausseen ersten Ranges:

a) Steinbahn	20 — 24′
b) Sommerweg	16 — 18′
c) Fussbahn	8 — 10′
Ganze Kronenbreite	44 — 52′

2) Für gleichartig bepflanzte Chausseen zweiten Ranges:

a) Steinbahn	16 — 18′
b) Sommerweg	15 — 16′
c) Fussweg	7 — 8′
Ganze Kronenbreite	38 — 42′

3) Für gleichartig bepflanzte Chausseen drittten Ranges:

a) Steinbahn	14 — 14′
b) Sommerweg	13 — 15′
c) Fussweg	7 — 7′
Ganze Kronenbreite	34 — 36′

4) Für eben so bepflanzte kleinere Landstrassen:

a) Steinbahn	12 — 14′
b) Sommerweg	11 — 13′
c) Fussweg	7 — 7′
Ganze Kronenbreite	30 — 34′.

Wo statt der Obstbäume, hochstrebende Waldbäume gepflanzt werden, kann Sommerweg auf allen Strassen um 2′ schmäler sein. 10′ Breite Steinbahnen erfüllen ihren Zweck fast nie, sie sind nicht ordnungsmässig zu unterhalten, weil die Bahn nicht in ihrer ganzen Breite von den Rädern der Fuhrwerke getroffen wird; 12′ Fuss Breite nur bei sehr geringem Verkehr und ausgezeichnetem Unterhaltungsmaterial. Mit dem Uebergang von 12 zu 14′ werden in der Regel grosse Vortheile für den Verkehr und die Unterhaltung erlangt.

Was nun das Querprofil der Strasse anbetrifft, so würde auf einer nach der Breite horizontalen Strasse das Wasser nicht in die Gräben fliessen, auf im Längenprofil horizontalen Strecken stehen bleiben und bei Steigen der Länge nach laufen und oft die Strasse beschädigen. Das Wasser muss also nach der Quere ein Gefälle finden. Nach der Mitte es zu leiten, würde eine gepflasterte Rinne erfordern, wodurch grosse Unbequemlichkeiten für das Fuhrwerk, bei heftigem Regen grosse Wassermengen, im Winter Glatteis entstehen würden. Nach einer Seite geleitet, würde es den tiefer gelegenen Theil der Breite stets feucht halten, und ungleichmässige Dauer in Abnutzung befördern. Bei Bergsteigen ist dies Mittel anwendbar, weil meistens eine bequeme Ableitung des Wassers dort möglich, ein stärkeres Längsgefälle vorhanden, und man der Sicherheit der Fuhrwerke wegen, die Strasse nach der Bergwand neigt, wodurch das Fuhrwerk vom Abhange weg gewiesen wird.

Endlich kann man der Strasse eine Neigung in der Quere von der Mitte nach beiden Seiten geben, und dies Mittel ist das am häufigsten angewendete. Bevor indessen die zweckmässigste Anordnung dieser Neigung und ob solche durch eine gekrümmte convexe Form der Oberfläche, oder durch von der Mitte geneigte Ebenen zu bilden ist, besprochen wird, muss über den Zweck der Versteinung der Fahrbahn und was man dadurch zu erreichen sucht, Einiges bemerkt werden.

1) Muss die Versteinung vorhanden sein, um, wie schon bemerkt, eine gehörig glatte und feste Bahn, welche den Pferdehufen und den Rädern gehörigen Widerstand entgegensetzt und die Zugkraft möglichst vermindert, herzustellen.

2) Dient sie dazu, den Druck der Fuhrwerke auf den Untergrund und die gröstmögliche Fläche des Planums zu übertragen.

3) Um Letzteres zu können, muss sie möglichst zusammenhängend und fest, und von genügender Dicke sein, auch um kein Wasser durchzulassen, welches den Untergrund erweicht, wodurch zu Formveränderungen der Oberfläche Veranlassung gegeben würde.

4) Muss sie also in geeigneter Weise das Himmelwasser abführen und es muss, wenn der Untergrund an sich nicht durchlässig, für das Abführen des Wassers, welches immer noch durch die dichteste Steindecke sinkt, aus dem Untergrund, durch geeignete Mittel: Drains oder Sickercanäle etc. gesorgt werden.

Einige haben diese Festigkeit und zugleich den Abfluss des Himmelwassers von der Oberfläche dadurch zu erreichen gesucht, dass sie die Steinbahn gewölbartig krümmten, in der Ansicht, sie wirke gleichzeitig beim Tragen der Last als Gewölbe. Indessen ist diese Ansicht nicht völlig motivirt, denn bei einem Gewölbe muss man vollständig feste Widerlager voraussetzen, welche bei der flachen Wölbung die Bordsteine nicht bilden können, ausserdem müssen die einzelnen Steine eines Gewölbes unten frei sein um gleichmässig gegen einander zu drücken, was bei einer Steinbahn, da sie auf dem Untergrund aufliegt nicht der Fall ist.

In dieser Beziehung nutzt also die gewölbte Form nicht. Für den Verkehr hat sie noch folgende Nachtheile:

1) Die Wagen stehen nur in der Mitte der Strasse aufrecht und benutzen diese daher vorzugsweise, besonders hochbeladene Frachtwagen. Es bilden sich daher in der Mitte Gleise und da dort das Gefälle am geringsten, wird die Strasse am meisten dort abgenutzt. Man muss die Steinbahn daher in der Mitte stärker machen, was auch meistens geschieht.

2) Bei starker Krümmung und starkem Gefälle, welches nach den Seiten rasch wächst, drücken die Naben ungleichmässig auf die Achsen und die Räder haben Tendenz, zur Seite zu rutschen. Hierdurch wird die Abnutzung der Strasse und die erforderliche Zugkraft vermehrt, und bei im Winter glatter Bahn entstehen Unbequemlichkeiten und zuweilen Gefahren.

3) Würde man die Fusswege nach dem Kreisbogen fortsetzen, so erhielten sie ein zu starkes Gefälle, und wenn sie in einer geringeren Neigung durch eine gerade Linie an die Steinbahn anschliessen, bildet sich in dem Zusammenstoss ein Winkel, in welchem der von der Mitte der Bahn abgeschwemmte Schlamm liegen bleibt. Wollte man der Strasse gleich diese Form geben, welche der Schlamm bildet, so wäre dies schwierig herzustellen und der Querschnitt des Fussweges würde eine krumme Linie bilden.

Nach dem Obigen verwerfen Einige die convexe Form der Strasse, (Umpfenbach, Schemerl und englische Baumeister), und nehmen zwei nach beiden Seiten von der Mitte ab geneigte Ebenen, welche in der Mitte durch einen kurzen Kreisbogen verbunden sind. Hierbei wird ein gleichmässiges Gefälle für das Wasser erzielt und wegen der geringen Neigung eine gleichmässigere Abnutzung, weshalb man die Versteinung von nahezu gleicher, oder, wie es englische Baumeister vorschlagen[1]), von gleicher Dicke und auf die ganze Breite von gleich guten Materialien herstellen kann.

Bei dieser Form kann in den Steigen nicht, wie bei convexen Strassen, das Wasser in der Mitte der Strasse der Länge nach laufen, sondern wird in die Gräben gewiesen, auch bei horizontalen Strassen findet es keinen Punkt, wo es stehen bleiben kann, und man kann daher das wegen Abfluss des Wassers empfohlene Unduliren des Gefälles um so eher unterlassen. Ausserdem kann dies Profil wegen seiner einfachen Form bei der Unterhaltung leicht wieder aufgefunden werden.

Die neueren preussischen Chausseen sollen versuchsweise von der Mitte ab nach den Seiten, nach einer geraden Linie geneigt sein und zwar $^1/_{24}$ und bei weniger gutem Material $^1/_{16}$. Die Fusswege $^1/_{16}$ geneigt. In der Mitte wird die Fahrbahn rund abgewalzt[2]).

---

1) Rudimentary art of constructing and repairing roads by H. Law. 1850.

2) Berliner Bauzeitung 1852. Verfügung vom 31. Dec. 1851.

Ferner legt man die Sohle des Erdkastens meistens ebenfalls von der Mitte nach beiden Seiten geneigt an, wie Einige behaupten, um den Abfluss des Wassers, welches durch die Versteinung sickert, nach beiden Seiten zu erleichtern, und zwar, wenn die Steinbahn in der Mitte dicker ist, nach einer geringeren Neigung, als die Seiten der Steinbahn. Indessen wird meistens das Wasser in die weichere Oberfläche des Untergrundes einsinken, und schwerlich auf der Neigung derselben, welche ausserdem bei Herstellung der Strasse nicht genügend erhalten bleibt und rauh wird, abfliessen, Man wird daher diese Sohle nur deshalb parallel mit der Neigung, der Versteinung ausführen, um eine gleichmässige Dicke letzterer zu erhalten, oder je nachdem man die Dicke der Versteinung von den Seiten nach der Mitte variiren lassen will, die Sohle entsprechend neigen.

Umpfenbach giebt die folgenden Normalprofile nicht gewölbter Strassen (Fig. 43 —45) und Law das Profil für englische Strassen (Fig. 46). Gewölbte Strassen werden wir aus der hannoverschen Instruction kennen lernen.

(Fig. 43) Querschnitt einer ziemlich stark befahrenen Handelsstrasse mit 20′ breiter Fahrbahn und zwei 6′ breiten Fusswegen, ohne Reitpfad. Die Versteinung ist in der Mitte $6'\,0'' - 5'\,0'' = 12$ Zoll, an den Rändern $6'\,4'' - 5'\,6'' = 10''$, stark, mit Randsteinen oder Bordsteinen eingefasst. Querprofil aus zwei geraden Linien durch einen Kreisbogen verbunden, $5'\,6'' - 5' = 6''$ oder $^1/_{20}$ Neigung. Die Gräben sind $7'\,3'' - 5'\,9'' = 1'\,6''$ tief, die Grabenböschung $\frac{2'\,0''}{1'\,6''} = 1^1/_3$ füssig, die Böschung rechts aber $\frac{12'}{13'\,9'' - 5'\,9''} = \frac{12}{8} = 1^1/_2$ füssig.

In Fig. 44 Querprofil der nämlichen Strasse, wenn sie eine Steige bildet. Die zu 9″ Dicke angenommene Fahrbahn, nach einer geraden Linie, welche auf die ganze Breite 12″ Fall hat. Die eine äussere Grabenböschung ist felsig, daher sie nur $\frac{2'\,0''}{12''\,6''' - 2'\,6'''} = {}^2/_{10}{}' = {}^1/_5$ füssig ist.

Fig. 45 stellt Querprofil einer ziemlich frequenten Strasse mit 16 Fuss breiter Fahrbahn, Sommerweg und einem Fusswege, welcher zugleich für die Materialien dient, dar. Der Untergrund ist etwas sumpfig angenommen, daher die Gräben $8'\,3'' - 5'\,9'' = 2'\,6''$ tief angenommen sind und $\frac{4'}{2'\,6''}$ oder $1^3/_5$ füssige Dossirung haben.

Provisorische Strassen.

Knüppeldämme. Auf weichem Wald- oder Moorboden und bei Wegen, welche mehrmals verlegt werden sollen, in Spurbreite 2 Bäume als Unterlage, darüber Schaalhölzer oder starke Knüttel in die Quere, dicht an einander, an den Seiten durch gespaltene Stämme, die hin und wieder mit hölzernen Nägeln genagelt werden, befestigt. (Fig. 47).

Oder auch bei weicherm Boden, in 6 bis 7′ Entfernung starke Baumstämme quer darunter, und dann wie vorhin. Fig. 48).

In Amerika nach Stevenson[1]) „Corduroy roads", aus dicht neben einander liegenden Baumstämmen, sehr unbequem zu passiren. (Fig. 49).

Zu kurze Hölzer der Knüppeldämme tragen nicht die Last, zu lange brechen leicht, daher leichtes Material von grosser Basis und leicht zu verschaffen: Faschinen neben einander gelegt und Erde darüber, die man aus den Gräben nehmen kann, (Fig. 50). Auch wohl noch Langhölzer darunter. (Fig. 51). Indessen dauern sie, wenn nicht stets feucht, nur zwei bis drei Jahre. Wo viel Holz, in Russland, Polen, Amerika etc. legt man auch Holzbahnen an, die in loserem Boden auf Pfahlwerk, in mehr festem auf liegendem Rost ruhen und mit Bohlen überdeckt sind. (Fig. 52). Auch wohl die Anordnung. (Fig. 53).[2])

1) Sketch of the Civil Engineering of North America by. D. Stevenson. 1859. pag 132.
2) Försters Bauzeitung. 1858. II. und III. Heft

Lebendige Strasse von Blumenwitz, von Jägerndorf nach Troppan (Im Jahr 1817), auf morastigem Boden und wo keine Steine vorhanden. Auf vegetationsfähiger, convexer Erdlage 2 bis 3″ starke Weidenäste mit Stammenden auf Rücken der Bahn mit 11 — 12″ Zwischenraum gelegt und an den Grabenrändern mit Würsten und Pfählen befestigt, darüber vegetabilische Erde, bis Aeste und Würste bedeckt, und endlich 4 bis 6″ hoch Kies, Flussschotter oder Sand aufgebracht. Spitzen der Weidenäste in den ersten Jahren abgeschnitten, um die Verwebung der Wurzeln unter der Bahn zu befördern. Es entsteht eine feste, beständig vegetirende Grundfläche, welche elastisch ist und ziemlich schwere Lasten tragen kann. Auf die Dauer dürfte die Wurzelbildung der Strassenbahn selbst nachtheilig werden. (Fig. 54).

Ueber die verschiedenen Arten der Befestigung der Fahrbahn.

Es hängt von der Bestimmung, der Art des Verkehrs und der Frequenz der Bahn ab, ob sie mehr oder weniger zu befestigen ist, wobei noch selbstredend die disponiblen Anlagekosten in Betracht kommen. Einige Strassen sind nur provisorisch, andere werden nur in Jahreszeiten, wo weniger gute Materialien noch widerstehen benutzt. Es ist bekannt, dass die in nassen Jahreszeiten tiefen Moor- und Marschwege, im Sommer oft grössere Lasten tragen können, ebenso Sandbahnen, wenn sie nicht zu feucht oder zu trocken sind. Eben so die Haidewege, wenn sie nicht eine zu dünne Erdkruste über dem lockeren Sand haben und wenn das Regenwasser abgeleitet werden kann. Viele Acker- und Feldwege können daher im Sommer gut befahren werden.

Zu den ältesten befestigten Bahnen gehören die Römerstrassen, welche meistens in kürzester Richtung auf den Höhen fortgeführt wurden und so lange wie möglich die Wasserscheide hielten. Beim Uebersteigen Letzterer ging man nicht in den Seitenthälern aufwärts, sondern meistens auf den zwischen diesen liegenden Bergrücken. Dadurch wurden in militairischer Beziehung Vortheile durch Vermeidung von Defiléen erreicht, indessen kommen oft starke Steigungen von $^1/_{10}$—$^1/_{12}$ vor. (am Rhein und der Mosel). Sie dienten auch vermuthlich, da sie meistens einen fortlaufenden 10—12′ hohen Damm bildeten, zugleich als Wall zum Schutz der Truppen; zur Seite des Dammes scheint oft ein bekiester Sommerweg befindlich gewesen zu sein.

Nach Rondelet waren die grossen Strassen in der Nähe von Rom in folgender Weise hergestellt (Fig. 55.)

I) Erste Lage — Statimen — ein oder zwei Schichten flache Steine in Mörtel

II) Zweite Lage — Rudus — Mauerwerk von Steinbrocken mit Mörtel.

III) Dritte Lage — Nucleus — Betonnirung von zerschlagenen Kieselsteinen und frisch gelöschtem Kalk. Diese Lage fehlte bisweilen ganz.

IV) Vierte Lage — Summum dorsum — ein Pflaster, welches in die zweite oder dritte Lage in den noch weichen Mörtel eingeschlagen wurde. Auf einigen Strassen von behauenen, 5, 6 und 7eckigen Steinplatten gebildet, die bis $3^1/_2$ Fuss Durchmesser halten.

War die Strasse nicht mit grossen Steinen belegt, so bildete die dritte Lage die Bahn, in welche die grösten vorhandenen Kieselsteine eingelegt wurden und die Oberfläche hiess dann — Summa crusta — wie bei V. Der Breite nach waren sie in 3 Theile getheilt: die gewölbte, 16 römische Fuss Breite: a — Agger — in der Mitte, welcher von den gewöhnlich halb so breiten Rabatten *b* und *b* durch 22″ Breite $16^1/_2$″ hohe Bordsteine oder Bänke *c c* abgesondert war. Beide, Bahn wie Rabatten, dienten zum Fahren; das Militair marschirte auf der Bahn, Pferde und Wagen auf den Rabatten. Steinbänke als Fusswege und zum Ausruhen, auch vielleicht zum Aufsteigen der Reiter.

Am Niederrhein, in Belgien und Westphalen finden sich ebenfalls noch Ueberreste von den Heerstrassen der Römer. Sie bestehen meistens aus einem 18 bis 20′ in der Krone breiten, versteinten Damm, neben dem zu beiden Seiten ein Sommerweg gewesen zu sein scheint. Die Versteinung ist 3 bis $3^1/_2$ Fuss dick und sind in Fig. (56—58) einige Profile angegeben. In allen sind nicht so viele Schichten, aber stets besteht die obere aus Kies mit Mörtel, die untere aus in Mörtel gelegten Steinen.

In der Nähe von Urbino ist ein Theil der flaminischen Strasse auf einer sehr

hohen Bogenstellung von der Kirche St. Maria de Ponte bis Cailli angelegt, wie in Fig 59 angegeben.

Die Versteinung der Fahrbahn ist nun, abgesehen vom eigentlichen Pflaster, in verschiedenen Ländern und zu verschiedenen Zeiten auf die mannigfachste Weise ausgeführt, indessen kann man überall zwei im Princip wesentlich verschiedene Methoden erkennen, nämlich die Versteinungen mit Grundbau und die ganz aus Steinschlag hergestellten.

Bei der ersten Art ging man von der Ansicht aus, durch grössere, breite Steine dem darüber zu bringenden Steinschlag eine erste Unterlage zu geben, weil man glaubte der Untergrund werde sich sonst durch die Steine des Steinschlags eher hindurch drücken, oder auch diese würden sich in den Boden hineinarbeiten. Diese Methode kann man jetzt als der Kindheit des Strassenbaus angehörend betrachten. Eine Verbesserung derselben war es schon, dass man statt der platten breiten Steine des Grundbaus, ein Steingestück oder eine Packlage, aus verjüngt oder pyramidal geformten Steinen anwandte, welche mit der breiten Seite aufstanden und deren obere Zwischenräume mit kleineren Steinen gehörig verkeilt und durch Abschlagen der Spitzen geebnet wurden. Sie hatte oft $^1/_2$ bis $^2/_3$, ja bis $^3/_4$ der Stärke der ganzen Steinbahn zur Höhe. Auf diese Weise erhielt man eine feste und dichtere Unterlage, auf welche dann eine oder mehre Lagen Steinschlag von verschiedenem Korn, und zwar der feinere nach oben angebracht wurden.

Indessen hat diese Art der Ausführung Nachtheile gegen die jetzt mehr in Aufnahme gekommene und in der Anwendung zunehmende Methode, die Versteinung ganz aus Steinschlag herzustellen. Es verschieben sich auf der Grundlage, besonders auf der von platten Steinen, und um so mehr, wenn sie so hoch reicht, dass der Druck der Räder auf sie, durch die Steinschlagdecke nicht vertheilt wird, die Steine der Letzteren leichter und verbinden sich nicht gut mit ihr, namentlich dann nicht bei Erneuerung der Decke, wenn erst ein Mal eine gänzliche Abnutzung letzterer statt gefunden hatte und die Köpfe der Packlagesteine durch die Fuhrwerke abgeglättet waren. Ferner kommt es bei der Ausführung leicht vor, dass einzelne Steine der Grundlage höher stehen und dass das Steinschlagmaterial, wie auf einem Ambos, durch die Stösse des Fuhrwerks zertrümmert wird, worauf die Grundlage ungleichmässig zu Tage kommt und die Bahn schlecht zu befahren und reparaturbedürftig wird.

Bei den Steinbahnen, die nur aus zerschlagenen Steinen von solcher Grösse hergestellt werden, dass sie dem Zerdrücken durch die Räder Widerstand leisten, wird der Druck besser vertheilt und es findet eine gleichmässigere Abnutzung statt, auch wird die Bahn dichter und lässt weniger Wasser durch, was sehr wesentlich ist.[1])

Am meisten empfohlen und durchweg angewendet wurde diese letztere Methode von John London Mac Adam (1820), doch ist sie in verschiedenen Ländern in nahezu gleicher Weise schon früher ausgeführt; z. B. soll sie schon lange vorher bei älteren Strassen in Hochländern, wo man Geschiebe und Gerölle in kleine Stücke zerschlug und mit einer Lage Kies bedeckte, angewendet sein, namentlich auch in Schweden, und Wesermann (pag. 301) führt ein Beispiel an, wo 1788—1794 eine Strecke in der ehemaligen Grafschaft Mark, 9 bis 10″ stark, ohne Grundbau, blos von klein zerschlagenen Steinen angefertigt wurde, welche sich gut erhielt, ohngeachtet sie keinen stärkeren Zusatz zur jährlichen Unterhaltung bekommen hatte, als eine 15 Zoll starke Steindecke nach dem alten System.

Da die Steine in einer Bahn um so grösser sein müssen, je weicher sie sind, so muss man bei sehr weichem Material meistens einen Unterbau aus Packlage herstellen; bei härterem Material würde man um so mehr Grund haben das Zerschlagen der Steine zu ersparen und eine Packlage anzuordnen, wenn nicht die Erfahrung die Vorzüglichkeit der macadamisirten Strassen in der Unterhaltung herausgestellt hätte. Ausserdem kostet ein sorgfältiges Setzen der Packlage unter Umständen nahe so viel, wie das Zerkleinern und Ausbreiten derselben Steine.

Uebrigens hat erst durch das ausgebildete und richtige Verfahren bei Anwendung der Chausseewalze die Herstellung der Steinschlagbahnen in ihrer jetzigen

---

1) Roese über Construction von Steinschlagbahnen. Notizblatt. Bd. III. 1853—54. pag. 10.

Vollkommenheit geschehen können. Bevor ein Auszug aus der Hannoverschen Instruction für den Neubau und die Unterhaltung der Kunststrassen, worin Anweisungen zum Bau der Strassen von verschiedener Construction gegeben, mitgetheilt werden, ist in Kürze über einige ältere Befestigungsmethoden etwas anzuführen, welche indessen jetzt meistens nur noch ein historisches Interesse haben.

Altes französisches System und alte österreichische Methoden. (1650–1700) (Fig. 60). Gewöhnlich 18′ breite Strassenbahn. Unterbau: grosse flache Steine, darüber kleinere zerschlagene Steine bis zum Anfang der Wölbung etwa, letztere von zerschlagenen Kieselsteinen. Steinbahn mitten 3′, an den Seiten 2′ stark. Wurden wegen der Frohndienste nur im Frühjahr und Herbst nachgesehen und sonst nicht unterhalten. Dies System in die alte dänische Wegordnung von 1793 übergegangen. (Fig. 61.) Bordsteine gesetzt, Grundbau: grosse Steine aneinander in den Grund gelegt, vertheilt, Zwischenräume mit festgeschlagenem Lehm gefüllt, darauf Lage kleinerer Steine als Unterbau, und hierüber 9″ starke Lage Kies als Oberbau. Jede Lage Steine wird gestampft.

Alte österreichische Methode, (nach Schemerl) (Fig. 62.) a) Schotterstrasse mit Grundbau. Nachdem der Grund durch Befahren gehörig gedichtet und Planum gewölbt, (um Material zu sparen), unten 4″ Schotter (Kies) oder Bauschutt, dann Lage verkeilter Bruchsteine, darüber 5—8″ starke Lage kleinerer Bruchsteine. Endlich die 4—6″ obere Lage bei wichtigen Strassen aus gesiebtem Schotter, bei leichteren aus Sand. Die Bahn im Ganzen 20—22″ stark, an den Seiten derselben Abweisesteine. — b) desgleichen ohne Grundbau. Schotter in Schichten von 6″ stark angefahren, bis in der Mitte 18″ stark, $^1/_{12}$ Seitenneigung. In der unteren Lage oft Steine bis $^1/_4$ Cubf. Grösse. Auf den Banketts 3″ Schotter. Abweisesteine in 12 bis 18 Fuss Entfernung, um Fuhrwerk von den Banketts abzuhalten.

Neue französische Methode von Trésaguet (1775) (Fig. 63). Nach Aufhören der Frohndienste konnte man die Unterhaltungsarbeiten über das ganze Jahr vertheilen, daher die Dicke der Steinbahn vermindert, so dass Anlagekosten nur halb so gross. Sein System bis 1820 in Frankreich befolgt. Erdkasten gewölbt, concentrisch mit Oberfläche der Steinbahn, so dass diese also gleich stark. Bordsteine von prismatischer Form $0^m,_3$ bis $0^m,_4$ hoch. Grundlage $0^m,_{18}$ bis $0^m,_{20}$ hoch von konischen Bruchsteinen, darauf $0^m,_{08}$ bis $0^m,_{10}$ Schicht kleinerer Steine darin eingekeilt, und kleinen Zwischenräume zwischen beiden mit Sand und Kies ausgefüllt, gut gestampft und darüber eine dritte Lage von $0^m,_{09}$ Höhe von Nussgrösse, oder grösser bei weichem Material. Auf nicht festem Grunde wurden noch $0^m,_{.7}$ bis $0^m,_{.8}$ starke platte Steine untergelegt. Dies System gleicht also dem zur selben Zeit und auch jetzt noch in Deutschland angewendeten Bau mit Packlage.

Mac Adam (1820) bildete von scharfeckigen höchstens 12 Loth schweren Steinen, die so wenig als möglich Feuchtigkeit anziehen dürfen, eine dichte, feste und für das Wasser undurchdringliche Decke, die etwa 10″ Dicke erhielt, später von ihm oft auf 6″ ermässigt wurde; auch verlangt er, dass die Steinbahn erst 3 bis 4 Zoll über dem Wasser des Grabens oder des Grundes anfange. Er hält es für unrichtig, erheblich grössere Steine unten als oben anzuwenden, weil die grösseren Steine heraufgetrieben werden und oben zum Vorschein kommen. Dies System hat vielfache Angriffe erfahren, ist indessen auf dem Continent jetzt sehr gebräuchlich und beruht ohne Zweifel auf richtigen Principien.

James Patterson (1822) bildet die Steinbahn von Steinen, welche durch seinen Messring von $2^1/_2$″ Durchmesser gehen, und nicht über 8 Loth wiegen, die er bei festem Grunde in 3 bis 4″ Lagen aufbringt, in weichem die erste Lage 5—6″ stark. Ganze Stärke 8–10″, und walzt er die Strasse vor der Benutzung. Wo der Grund nicht trockener Sand oder Kies, legte er schmale Rinnen bis fast zur Grabentiefe, welche mit Steinen gefüllt, nach der Länge der Strasse, (Fig. 64), von denen in gewissen Abständen Seitenrinnen in den Graben gehen. Bei 30–40′ breiten Strassen ein bis zwei Rinnen für hinreichend, bei breiteren Strassen mehre. Er nimmt nur $^1/_{36}$ Neigung der Oberfläche und glaubt dass diese allein das Himmelwasser nicht abführe. Besonders nach Aufgang des Frostes zeigt sich der Nutzen der erwähnten Rinnen.

Die preussische Methode von 1834 [1]) (Fig. 65 und 66). Wenn Strasse nicht auf Rücken einer Erhöhung, muss Oberfläche der Steinbahn im trockenen Grunde nicht weniger, als 2 Fuss, im feuchten nicht weniger, als 3 oder 4 Fuss über dem Bauhorizonte liegen. Im Inundationsgebiete wenigstens 2—3 Fuss über bekanntem höchsten Wasserstand. Auftragsprofile in sandigem Boden (als der losesten Erdart) $1^1/_2$ füssige Böschung. Abtragsprofile an Nordseite 2 füssige, Südost oder Westseite $1^1/_2$ füssige Böschung. Bei Höhen oder Tiefen über 5—6 Fuss, Banketts von wenigstens $1^1/_2$ Fuss Breite. Wenn Wellenschlag oder dem Anfall eines fliessenden Gewässers ausgesetzt: 3 füss. Böschung, und 2 Fuss unter dem Hochwasserspiegel: 6 Fuss breite Berme. Wo Flugsand vorhanden, denselben mit einer Schicht fester Erde zu bedecken, und Sandschollen auf jeder Seite der Strasse wenigstens in 5° Breite durch Flechtzäune, Nesterpflanzungen und dazwischen gesetzte Sandgräser oder durch Strauchbedeckungen zum Stehen gebracht und dann zu Wald-Anlagen besät. — Neben Kunststrassen, die durch Wälder gehen, alle Bäume und Sträucher an der Nordseite oder Westseite auf 1 Ruthe, an der Süd- und Ostseite aber auf 2 Ruthen (à 12′) vom äusseren Grabenrande abzutreiben; wenn Grund feucht, auf doppelte und dreifache Strecke. Planum zur Stein- und Kiesbahn, wie zum Sommerweg, aus Erdreich, was nicht zu fett und nicht zu mager. Auf steinigem Grunde oder grobkörnigem Sande kann die Kunstbahn ohne weitere Veränderung des Bodens angelegt werden, ist der Grund aber fett, so muss eine 3 bis 6″ starke Lage Grand oder Sand, und ist er mager, eine eben so starke Lage Lehm aufgelegt werden, und durch Umstechen mit der natürlichen fetten oder mageren Bodenschicht vermengt, endlich durch Stampfen oder durch Befahren gehörig befestigt werden, so dass das Planum wagerecht wird. Geht aber Strasse längs einem Bergabhange, so muss sie nach der Bergseite um $^1/_{36}$ der Breite gesenkt werden.

Auf Höhenrücken, die zu beiden Seiten Abfall haben, nur Gräben, wo die Begränzung oder der Schutz der Strasse es erfordert. Auch Gräben nicht nöthig wenn das Planum sich 2′ über der Bodenfläche erhebt und kein Wasser auf den Seiten abgeleitet werden soll. — Kunststrasse, die sich an Bergabhang lehnt, erhält einen Graben, die übrigen 2 Gräben. Um tiefe und breite Gräben zu vermeiden, jede mögliche Ableitung des Wassers aus dem Strassengebiet zu benutzen; Gräben wenigstens 2′ Sohlenbreite. In sandigem Boden an der Strassenseite die Gräben $1^1/_2$ füssig. Dossirung, an der äusseren 1 füssig; in Einschnitten überall $1^1/_2$ Fuss Böschung. Sohle des Erdkastens horizontal. Wölbung der Steinbahn, je nach dem Längengefälle $^1/_4$ bis $^1/_2$ Zoll für jeden Fuss der ganzen Breite, Sommerweg und Banketts erhalten pr. Fuss der Breite $^1/_2$ Zoll Gefälle. Der Fussweg liegt am Sommerweg, das Materialien-Bankett an der Steinbahn. Wenn Sommerweg weggelassen, die Steinbahn circa um $^1/_4$ breiter. — Ebenso wenn Steinbahn aus 2 Theilen: Steinschlagbahn und Pflaster besteht, setzt man der Breite von 18 - 26 noch einige Fusse zu und giebt jedem die Hälfte. Die Versteinung wird wie folgt angelegt. Bei festem Gestein in der Mitte etwa 8—9″, an den Seiten etwa 6″. Bei nicht hartem Gestein an den Seiten circa 8—9″, in der Mitte 12″. Die Bahn besteht:

a) Aus einer Packlage von $2^1/_2$ bis $3^1/_2$″ hohen Steinen, die Fläche nach unten, Spitze nach oben, dicht gesetzt, höheren in die Mitte, niedrigen an die Seiten, Lücken mit 2—3″ grossen Steinstücken ausgefüllt, die mit Hammer eingekeilt werden, doch so, dass Packlage rauh und uneben in der Oberfläche.

b) Zweite Steinlage 1 bis $1^1/_2$″ starke zerschlagene Steine, so weit aufgebracht, dass mit der Packlage etwa $^1/_3$ der Dicke der ganzen Versteinung ausmacht. Diese Lage 2 bis 3 Mal mit einer im Ganzen 60 bis 70 Centner schweren Walze, von den Bordsteinen nach der Mitte hin überwalzt.

c) Obere Steinlage ebenfalls aus 1 bis $1^1/_2$″ starken Stücken bestehend und $^1/_3$ der Höhe der Steinbahn erhaltend. Diese Lage deckt die Bordsteine und wird anfangs mit 50—60 Centner schwerer Walze, die auf 100—120 Centner Gewicht nach und nach beschwert wird, 5—8 Mal, je nach der Härte der Steine gewalzt, so dass ein mit 50 Centner beladener Wagen darüber fahren kann, ohne merkliche Eindrückung zu hinterlassen. Von den Bordsteinen nach der Mitte gewalzt; Steine möglichst scharfeckig, gleichförmig, würfelartig und die härtesten zur oberen Lage.

---

1) Anweisung zum Bau und zur Unterhaltung von Kunststrassen. Berlin 1831.

d) Endlich wird eine 2 bis 3″ hohe Lage Kies, der, wenn er sehr mager, mit etwas Lehm vermischt wird, ausgebreitet und festgewalzt.

Etwa 6 Wochen nach Eröffnung werden noch Sperrsteine gelegt, (durch 6 Wärter pr. Meile Bahn) Morgens angebracht und Abends weggenommen, um zum schlangenförmigen Befahren der Bahn zu nöthigen. Darauf wird die Strasse der gewöhnlichen Beaufsichtigung übergeben

Ueber andere, von englischen und französischen Baumeistern Telford, Parnell, Polonceau, Morandière, Coulaine, Bormans befolgte Methoden, ist im Steenstrup das Weitere nachzusehen.[1])

Ausser durch Steinschlagbahnen, welche so eben abgehandelt, kann man die Fahrbahn nun noch durch Steinpflaster und Klinkerpflaster, je nach dem verfügbaren Material herstellen, endlich sogenannte Grandbahnen, ganz von Kies, anlegen.

Die Wahl einer oder der anderen Construction hängt von Folgendem ab. (§. 138).[2])

Im Allgemeinen:

1) von dem Umfange, der Gattung und der erforderlichen Bequemlichkeit des Verkehrs.

2) Von der Sicherheit und Zweckmässigkeit des Baus, mit besonderer Rücksicht auf das verfügbare Material, ferner von der örtlichen Lage und Beschaffenheit des Untergrundes.

3) Von dem Kostenaufwande, welchen jede der möglichen Bauarten in Neubau und Unterhaltung erfordert.

(§. 139.) Pflaster aus natürlichen Steinen ist vorzuziehen:

1) für belebte Strassen in Städten und geschlossenen Orten;

2) für feuchte Strassenstrecken;

und zwar sub 1 und 2, weil das Pflaster weniger abnutzt und die Steinbahn im Feuchten mehr schmutzt, auch in den Städten zu stark stäubt.

3) für Strassen, welche von schwerem Fuhrwerk in grosser Zahl benutzt werden, sofern Steinschlagmaterial von genügender Festigkeit nicht vorhanden, oder nur mit übermässigem Kostenaufwande zu haben ist.

Gutes Pflaster ist zwar in der Anlage theurer, erfordert aber weniger Zugkraft und weniger Unterhaltungskosten, so dass es mit Rücksicht auf letztere oft billiger kommt als Steinschlag von nicht sehr hartem Material.

6) In Gegenden wo der Verbrauch an Material auf das Aeusserste beschränkt werden muss.

Soll aber die gepflasterte Bahn auch den Reisenden und Fuhrmann befriedigen, so muss dieselbe aus geformten (behauenen) Steinen sorgfältig zusammengesetzt sein. Diesen Anordnungen entspricht nur das Reihenpflaster von behauenen Steinen; dasselbe ist zwar in der Anlage theurer als das schlechtere Schieb- oder Rippenpflaster, in der Unterhaltung ist dagegen das beste Pflaster auch das billigste. Daher sollte man die gemeine Pflasterart nach und nach aufgeben und Reihenpflasterung einführen.

(§. 140.) Steinschlagbau ist vorzuziehen:

1) wo vorzugsweise leichtes Fuhrwerk die Strasse benutzt und für Annehmlichkeit und Bequemlichkeit des Fuhrverkehrs gesorgt werden muss.

Also z. B. bei grösserem Personenverkehr.

2) Auf unsicherem Untergrunde,

weil derselbe, mehr zusammenhängend, den Druck der Belastung besser überträgt als Pflaster, und weil dichter, weniger leicht auffriert, auch da wo das Auffrieren vorkommt, es eine weniger schädliche Wirkung hat.

3) Wo Steinschlagmaterial in genügender Masse und Festigkeit ohne nachtheiliges Kostenverhältniss nachhaltig verfügbar ist.

(§. 141.) Grand- oder Kiesbahnen sind nur für leichtern Verkehr und

---

1) Steenstrup. Leitfaden zur Anlage und Unterhaltung der Landstrassen. Kopenhagen. 1843.

2) Die in der Folge angeführten §§. beziehen sich auf die „Technische Anweisung zum Bau und zur Unterhaltung der Kunststrassen". Hannover. 1850.

nur dort anzulegen, wo deren Neubau und Unterhaltung geringeren Kostenaufwand erfordern als Pflaster oder Steinschlag.

(§. 142.) Klinkerbahnen sind herzustellen, wo sie mit Rücksicht auf Annehmlichkeit des Verkehrs den Vorzug verdienen und die Kosten des Neubaus, wie der Unterhaltung, den für andere Bahnen aufzuwendenden Kosten annähernd gleich stehen.

(§. 143.) Sind auf einer Strasse streckenweise abwechselnd theils Pflaster aus natürlichen Steinen, theils Steinbahnen anderer Art zu bauen, so soll, abgesehen von besonderen Verhältnissen (geschlossene Orte, Mulden, Einmündung anderer Wege etc.) die Länge jeder Strecke mindestens 150 Ruthen betragen. Besonders in den nördlichen Provinzen Hannovers befinden sich noch Doppelbahnen, wo früher neben dem Pflaster eine Grandbahn oder auch Steinschlagbahn, und umgekehrt, angelegt wurde, um für schweres und leichtes Fuhrwerk gleichmässig zu sorgen. Bei sehr breiten älteren Strassen findet sich auch fast regelmässig ausserdem noch ein Sommerweg vor. (Fig. 67.) Am besten liegt dabei die Steinschlag- oder auch Grandbahn an der Seite des Sommerweges, um beim Abschlemmen derselben nicht den Fussweg zu verderben. Neuerdings legt man Doppelbahnen wegen der grösseren Anlage- und Unterhaltungskosten, welche bei den vorhandenen, namentlich die zu schmale und mit ungünstigem Querprofil herzustellende Steinschlagbahn verursachte, nicht mehr an, sondern begnügt sich mit einer befestigten Bahn und einem Sommerweg. Uebrigens würde man bei Doppelbahnen der Pflasterbahn die normale Wölbung geben, die zweite Steinbahn wird nicht gewölbt, sondern erhält von der ersten Steinbahn ab eine Neigung von $^1/_4$ bis $^1/_2$″ auf jeden Fuss der Breite. Bei dieser Anordnung entstehen wegen des Ueberhängens des Fuhrwerks zuerst Gleise bei A. Zur Zeit des lebhaften Verkehrs auf den Chausseen waren Doppelbahnen nützlich, sind aber eine Last auf den Chausseen, deren Frequenz durch die Eisenbahnen sehr gesunken ist, daher auf deren Umwandlung in einfache Stein- oder Pflasterbahnen hingewirkt wird.

II. Bau der Strassen.

A. Planum.

Behufs Ausführung der Strassenbauten sind in der hannoverschen Instruction folgende Vorschriften enthalten, welche hier mit einigen Erläuterungen wieder gegeben werden.

(§. 19.) Bei Auftrag des Wegedammes ist der Boden vom niedrigsten Punkte allmählich aufsteigend in wagerechten etwa 6″ hohen Schichten abzulagern, zu zerkleinern, zu planiren und festzustampfen.

Besonders sind gefrorene Bodenstücke zu zerkleinern, da sie sich oft lange im gefrornen Zustande im Damm halten und später zu schädlichen Sackungen Anlass werden.

An Abhängen, welche nach dem Grade der Neigung das Abgleiten des Auftrags befürchten lassen, sind vor dem Auftrage des Erddammes, horizontale oder bergwärts etwas geneigte Terrassen zu bilden, auch kann, wenn besondere Umstände dies erfordern, der Fuss des Dammes durch mauerartig aufgesetzte Steine gesichert werden. (Fig. 68.)

(§. 26) Hierbei sind übrigens bei Schüttungen an Seitenabhängen etwa vorhandene wasserführende Bodenschichten, so wie die unbedeutendsten Quellen sorgfältig zu untersuchen und vor Ausführung der Schüttungen zu gehöriger Ableitung des Wassers geeignete Maassregeln zu treffen.

Dies geschieht durch Anlegung von treppenförmigen Durchlässen (Fig. 69), wo viel Wasser, oder durch Drainirung, Anlage von Steinsporen und Sickerkanälen in grösserer oder geringerer Ausdehnung, welche vorher in die natürliche Böschung gelegt werden. (Fig. 70,)

(§. 20.) Auf Klaiboden mit weichem Darguntergrunde ist die Höhe des Wegekörpers auf das Aeusserste zu beschränken, und zu beiden Seiten des Erddammes sind Bermen von ausreichender Breite anzulegen. Den Seitengräben ist keine

grössere, als die nach den sonstigen Verhältnissen erforderliche Tiefe zu geben. (Fig. 71.)

Ersteres, um die Last zu vermindern und die Basis zu verbreitern, und letzteres, um die tragende Klaischicht nicht zu durchstechen, wonach ein Einsinken des Dammes und ein Zuschieben der Gräben erfolgen könnte. Auch kann man, da dergleichen Dämme zuweilen hohl werden, eine flache Dossirung, welche die Kante bei *A* verstärkt, oft mit Nutzen anwenden. (Fig. 72.)

(§. 21.) Beim Bau auf Moorgrund ist für mögliche Austrocknung und Comprimirung des Moors durch angemessene Entwässerung zu sorgen, und den zu diesem Zweck anzulegenden Gräben ist ausreichende Breite und Tiefe zu geben. Neben dem Damme sind Bermen anzulegen, deren Breite in angemessenem Verhältnisse zur Tiefe und Festigkeit des Moors stehen muss. (Fig. 71.)

Der Strassendamm soll, wo dies erforderlich, eine Unterlage von Plaggen (Moorsoden) erhalten, welche in einer oder mehren Schichten in gutem Verbande zu legen sind, in der Mitte convex, die bewachsene Seite nach unten, weil dabei eine grössere Dichtigkeit und Festigkeit erreicht wird.

In tiefen und weichen Moorstrecken ist zur Auffüllung Moorboden zu verwenden. Der Damm ist so hoch herzustellen, dass auch nach den zu erwartenden Sackungen das aufsteigende Grundwasser — (Hygroskopicität) — die Unterbettung des Steinbahnkörpers nicht erreicht. Die Tragfähigkeit des Moores darf jedoch nicht überschritten werden.

Zur Abführung des Wassers aus dem Wegekörper und aus dem Untergrunde, sind in Abständen von zwei bis 3 Ruthen kleine Rillen durch die Bermen nach den Seitengräben zu ziehen.

Für festere und weniger tiefe Moorstrecken genügt eine gehörige Abwässerung, um ohne Weiteres schwere tragbare Erdmassen aufzubringen.

Bei nicht tiefem, weichem Moor kann man, wenn Erde überflüssig (aus Einschnitten), auch 4 bis 5 Fuss tief ausgraben und gute Erde (am besten Sand) hineinbringen (Fig. 73), indessen ist dies Verfahren kostspielig; das Ausheben von Gräben und Anfüllen derselben mit Erde, zur Ersparung, hat selten Erfolg gehabt, wenn diese nicht bis auf den unterliegenden Sandboden reichte.

Bei hohen Dämmen lässt man vorher regelmässig auf 5—6 Fuss Tiefe das Moor etwas vom Fuss der Böschungen entfernt und in der Mitte einschneiden und schüttet so lange nach, bis der Damm nicht mehr sackt; so sind z. B. die Dämme in bis 30 Fuss tiefem Moor an der Geestemünder Bahn geschüttet, die mit dem unteren Theil auf den festen Boden reichen, und ein Profil, wie in Fig. 74 haben.

Wesermann führt Beispiele von Strassen auf Moorgrund an.[1]) Durch 600° langen Sumpf aus Torferde und Flugsand, dessen Oberfläche beim Daraufspringen mehre Ruthen weit erzitterte, ein Damm von Sand gebracht, welcher sich gut hielt.

Strassendamm über Sumpf aus Lehmgrund (1793). Damm von Morast oder Schlamm $3^1/_2$ bis 4 Fuss hoch, trocknete im Frühjahr aus, darüber 15 Zoll starke Steinschlagdecke; hat sich 36 Jahr so gut gehalten wie jede andere Strasse.

Weserman baute von Düsseldorf nach Gladbach $^1/_2$ Meile durch den Neerser Torfbruch. Torflager war 6 Fuss stark, darunter Sand. Nur an berasten Stellen konnte man reiten, sonst versank man; wenn 6 Zoll tief grub, hatte man Wasser. Der 2 bis 3 Fuss hohe Strassendamm, ganz von nicht zu nahe gewonnenem Torf; nachdem 1 Jahr ausgetrocknet, darüber 12 Zoll starke Kiesdecke, welche die schwersten Fuhrwerke trug, wobei der Druck der Räder eine Bewegung des Wassers in den Gräben hervorrief. Dennoch widerstand der Damm sehr gut.

Man hat auch vielfach Faschinen unter den Damm gebracht, zur Verbreiterung der Basis (Fig. 75), oder die Strasse mit Spundwänden eingefasst (Fig. 76), was aber sehr kostbare und nur im Nothfall anzuwendende Mittel sind. Ein Beispiel einer von Telford auf schlechtem Boden angelegten, betonnirten Strasse siehe im Steenstrup pag. 137.

(§. 22.) Auf sandigem Terrain ist beim Beginn der Planumsarbeit die

---

1) Wesermann. Handbuch für den Strassen- und Brückenbau 2. Ausgabe. Düsseldorf. 1830.

Muttererde zuvörderst abzuräumen und demnächst zur Befestigung der Böschungen, Gräben etc. zu verwenden. In Flugsandstrecken ist die nächste Umgebung der Strasse durch Bedecken mit Lehm oder Plaggen, durch Besäen mit Sandhafer, durch Fuhren, Flechtzäune, kleine Erddämme oder in anderer geeigneter Weise zu befestigen und die Strasse zu schützen.

Um das Verwehen des Hafers zu verhindern, ist es zweckmässig, wenn solche zu haben, die Fläche mit Tannen- oder Fichtensträuchen zu bedecken.

(§. 23.) Führt die Strasse über ein Terrain, in welchem Baumwurzeln stehen, so sind die in der Fläche der Steinbahn befindlichen Wurzelstücke zu beseitigen, wenn sie nicht durch Aufschüttung des Erddammes mindestens 2 Fuss hoch mit Erde bedeckt werden. Im Bereiche des Banketts und des Sommerweges ist die Beseitigung der Baumwurzeln nur so weit erforderlich, als dieselben der Benutzung dieser Strassentheile nachtheilig sind.

(§. 24.) Zur Abführung des Wassers, namentlich bei thonigem, nicht durchlassenden, sumpfigen oder quelligen Untergrunde, sind neben der Anlegung von Gräben vollständige Vorkehrungen zu treffen.

Einen solchen Boden, besonders den quelligen, erkennt man auch daran, dass der Schnee im Frühjahr am ersten schmilzt, dass Pflanzen und Kräuter im Sommer frisch stehen, während die Sonne sie an anderen Stellen verdorrt, dass das Getreide im Ganzen nicht gut fortkommt, dass gewisse Pflanzen (Mentha, Färberröthe, Lychnis, Ranunculus, Equisetum etc.) gut fortkommen, und wo zur Herbstzeit weder Thau noch Reif liegt etc.

Auf felsigem Boden kann man Quellen durch kleine Canäle quer durch die Strasse, Sickercanäle etc., leicht ableiten. Man kann nie direct auf den Felsen fahren, sondern bringt stets Steinschlag, wenn auch von geringer Dicke an. Ist unter lehmigem Boden eine Erdschicht, welche das Wasser leicht aufnimmt (Kies oder Sand) und Gefälle hat, so kann man Brunnen oder Bohrlöcher machen, wohinein das Wasser sich verliert, und solche mit Kies oder Sand ausfüllen (Fig. 77). Doch muss man sicher sein, nicht in einem Falle, wie bei Fig. 78, das Entgegengesetzte zu erreichen. Kennt man die Tiefe des Grundwassers, so senkt man den Brunnen bis auf dieses. Am meisten hat man mit diesem Boden und der Abführung des Wassers in Einschnitten zu kämpfen. Man legt sie daher auch schon, um bei den Erdarbeiten das Wasser los zu werden, stets mit Fall, am besten nach beiden Seiten fallend an, (Wasserscheide) (Fig. 79) und sorgt für gehörig breite Gräben — (siehe Eisenbahnbau); — und wendet zur Trockenlegung des Planums Drains oder Sickercanäle an, welche man, damit sie nicht auffrieren, oder im Winter von Eis verstopft werden, $2^1/_2$ bis 3 Fuss tief unter der Oberfläche legt, wo es nur eben thunlich ist. Auch sorgt man für Abführung des Wassers an der Oberkante der Böschung, ehe es an derselben abfliesst, durch Gräben (Fig. 80).

Die Drains werden etwa 2 Fuss ausserhalb des Planums der Steinbahn gelegt (Fig. 81), um bei etwaigen Reparaturen sie leichter aufgraben zu können und sollen sie mindestens ein Gefälle von $^1/_{1200}$ haben. Selten ein Drain mitten unter der Steinbahn. Alle 3 bis 4 Ruthen führt man einen Seitendrain, welcher das Wasser des Längsdrains aufnimmt, in den Graben. Seitendrain von grösserem Querschnitt (Fig. 82). Ein zu grosses Gefälle lockert die Auflage, treibt auch leicht Körper hinein, welche die Drains verstopfen; $^1/_{30}$ ist das Maximum. Für Leitungen von 80° Länge sind Röhren von $1^1/_2$ Zoll Weite zu verwenden. Bei längeren Leitungen sind für die nächsten 120°, Röhren von 2 Zoll Weite, für die etwa grössere Länge Röhren von grösserer Weite zu benutzen. Man kann auf diese Weise also längere Züge machen und nachtheilige öftere Ausgüsse vermeiden. Es kann auch der Fall vorkommen, dass man zur Seitenableitung nur die Strasse quer durchschneidende Wasserzüge benutzen kann; der dann erforderlichen grösseren Länge der Wasserzüge entsprechend, muss man selbstredend weitere Drains anwenden. Röhren von weniger als $^1/_2$" Weite sind nicht anzuwenden. Die Drains werden selbstredend mit offenen Fugen (nicht verstrichen) gelegt, und man darf unter die Stösse keine Steine, etwa um ein besseres Fundament herzustellen, bringen. Auch legt man in Ermangelung grösserer, mehre kleine Drains bei einander im Verband (Fig. 83). Die Seitendrains an der Ausmündung mit einer Stirn zu versehen, ist häufig zu kostspielig. Erwünscht ist allerdings, wenn man die Ausmündungsstücke aus festerem

Material (Sandstein etc.) herstellt, die man nach der Ebene der Böschung abschrägt. Auch kann man die Mündungen durch einige roh bearbeitete, pflasterartig um sie angebrachte Steine schützen. Die seitliche Wirkung der Drains hängt von der Bodenbeschaffenheit ab und wird um so grösser, je durchlässiger der Boden ist; unter übrigens gleichen Umständen wächst sie mit der Tiefe der Lage durchschnittlich im Verhältniss von 6 : 1, d. h. ein 4 Fuss tief liegender Drain wirkt auf 24 Fuss nach jeder Seite hin. Die Richtung der Drains, im Grundriss gesehen, ist oft gegen die Strassenachse geneigt, um von dem vorhandenen Längsgefälle der Strasse zu profitiren (vergl. Fig. 103). Statt der Drains kann man auch Sickercanäle quer durch die Strasse legen, auch 4 bis 6 Zoll weite Backsteincanäle, deren ausgehobene Grube mit Steinschlag zugeschüttet wird, wie es z. B. in England gebräuchlich (F. 84). Man kann dann, wenn man erhöhte Fusswege hat, statt sonst einen Seitendrain unter demselben durchzuführen, einen vertikalen Abfluss direct in den Querdrain anbringen. (Fig. 85.)

Ueber Mittel zur Befestigung von Böschungen und Reparatur von Rutschungen: beim Eisenbahnbau; einige Mittel für gewöhnliche Fälle werden bei der Befestigung der Gräben angegeben werden und können auch hier angewendet werden. Principiell sucht man durch Gräben an der Kante des Einschnitts vorher das Wasser abzufangen und wenn dies unthunlich oder ungenügend, leitet man es auf der Böschung abwärts, durch gepflasterte Mulden, oder durch Mulden und mit $^1/_{50}$—$^1/_{100}$ abwechselnd geneigten befestigten Bermen (Fig. 86). Eben so verfährt man, wenn erforderlich, bei hohen Dämmen. Böschungen erhöhter, in Inundationsflächen liegender Dämme sind so weit zu verflachen, wie es nach den gegebenen Verhältnissen zur Sicherung nothwendig ist; besonders an der Seite stromab, um den Uebersturz zu mässigen (oft bis zu $^1/_{12}$) unter Weglassung der Gräben, oder Anbringung muldenförmiger flacher Gräben (§. 30). Zum Schutz der Dammböschungen gegen fliessendes Wasser sind Pflasterungen, Packwerke, Berauhwehrungen, Buschpflanzungen etc. anzuwenden.

(Fig. 87.) Flechtwerk an 3—4′ langen, 3″ dicken, grünen Weidenpfählen, 1 bis $1^1/_4$ Fuss von einander entfernt und 2 bis $2^1/_2$ Fuss nach aufwärts. Pfahllöcher vorgestossen, Pfähle mit Holzhammer geschlagen und Kopf glatt abgeschnitten. Treiben Wurzeln in den Boden. Auch in feuchten Dossirungen zu gebrauchen.

(Fig. 88.) Flechtzäune an lebendigen Weidenstöcken, mit Steinen dazwischen 9—12″ hoch. Auch Reith oder Stroh darunter gelegt. (Fig. 89) Buschbekleidung mit Stroh darunter. (Fig. 90) An Küsten bei starkem Wellenschlage: Steinpackung.

Bei gepflasterten Dossirungen: $1^1/_2$—2 Fuss dicke lagerhafte Bruchsteine auf hohe Kante, mit der Länge in Richtung der Böschung, um die wenigsten Fugen in der Richtung des Stroms zu erhalten, oben und unten wohl in Mörtel, die übrigen trocken. Die Fugen mit kleinen Steinen ausgekeilt, auch wohl in Moos gesetzt, oder Queckenwurzel hinein. Bruchsteine hierbei wenigstens 18″ lang (Fig. 91).

Bei starkem Strom und kleinern nicht lagerhaften Bruchsteinen, Pflaster in Kalkmörtel 1′ bis 1′ 6″ stark. Wenn Boden kein Felsen, oder sonst ausspült, am Fuss Vorschüttung von Steinen (Fig. 92).

Hohe, schnell gebaute, in trockner Witterung ausgeführte, obgleich gestampfte Dämme, setzen sich oft und Pflaster wird zerstört. Entweder umgesetzt, oder wo dies nicht thunlich, vorher treppenförmige Fundamente, welche eine zusammenhängende Unterlage geben, untergemauert. Etwas kostbar und nicht durchweg wirksam (Fig. 93). Bepflanzte und mit Steinen beschüttete Böschungen genügen auch bei Eisgang und grösserer Stromgeschwindigkeit (12′ per Sec.), wenn Raum zu 3 bis 4 füss. Dossirung vorhanden.

In engen Thälern: kein Raum zu Dossirungen, daher Futtermauern (Fig. 94). Geringer Andrang des Wassers: lagerhafte Bruchsteine, trocken aufgeführt, nur im Fundament ganz, bis 2 Fuss über Mittelwasser 1′ tief in Mörtel, obere Theil der Mauer auf 1′ Höhe Rollschicht in Kalkmörtel. Wenn Bruchsteine wenigstens 2′ lang, und nicht spaltig, auf hohe Kante gesetzt. — Auf alle 100′ etwa 10′ Mauer ganz in Mörtel, um Festpunkte zu haben. Wenn Wasser sehr reissend (Gerölle bis zu 1 Ctr.) oder nicht lagerhafte Bruchsteine: Mauer ganz in Mörtel, gut geschlossen, mit tief eingreifenden Bindern.

Bei sehr reissenden Gewässern und wenn man nicht grosse Bruchsteine

lat: Quaderverkleidung (Fig. 95); bei grösserer Höhe wegen ungleichen Setzens durchgehende Quaderschichten, auf alle 4—5′ Höhe, langsam aufgeführt (Fig. 96). An sehr exponirten Stellen auch Verschränkung und Verdübbelung der Quader vorzunehmen (Fig. 97).

Steinvorlagen gegen rollende Steine (Fig. 98), aus wenigstens so grossen Stücken, wie letztere selbst, aus dem Bachgerölle zusammengesucht. Wenn einige Fuss unter Boden: Fels, jedenfalls diesen oder doch steinigen Grund zu erreichen suchen. Besonders bei schnell steigenden und fallenden Gewässern Wasserabzüge nicht zu vergessen, wenn Mauern in Kalkmörtel. Unterstützung des Abzugs durch Sickercanäle hinter der Mauer, längs derselben (Fig. 99).

Beispiele von Haltbarkeit der Uferverkleidungen Umpfenb. p. 110. — Ueber Stärke der Futtermauern selbst, später.

(§. 31.) Bermen dienen zur Mässigung der Geschwindigkeit des an den Böschungen herabfliessenden Wassers, Ablagerung der Abspülung der Oberfläche der Dossirungen und um letztere bequemer repariren zu können. Wird zur Sicherung der Böschungen tiefer Einschnitte die Anlegung von Bermen erforderlich, so ist, wenn Höhe von Grabensohle bis Oberkante Böschung unter 8 Fuss, nur eine Berme ($2^1/_2$ bis 2′ breit) in der Höhe der Kronenkante anzulegen (Fig. 100). Wenn Höhe über 8 Fuss, erste Berme 6′ über Grabensohle, jede fernere in 6 Fuss Abstand darüber. Folgen dem Gefälle der Strasse.

(§. 32.) In Böschungen von Dämmen ausser der unteren Berme, alle 10 Fuss weitere Berme. Nutzen der Bermen häufig nur gering, weil nicht leicht in gutem Stand zu halten.

(§. 33.) Uebrigens ist das Planum in der Regel sofort vollständig herzustellen, einschliesslich der Bildung des Erdkastens für die Steinbahn. Um Sackungen der Dämme auszugleichen, genügt es häufig, den Erdkasten voll anzuschütten[1]). Möglichst Planum einen Winter vor Legung der Steinbahn abzulagern, sonst Lagerung durch Zuführen von Wasser, eventuell durch Stampfen zu beschleunigen. Hohe Dämme oft oben breiter zu schütten, damit nach Sacken das richtige Profil entstehe (Fig. 101).

B. Befestigung der Strasse.

Die Befestigung der Strasse geschieht mittelst sogenannter Steinbahnen, welche je nach ihrer Construction sich in folgende eintheilen lassen:

I. Steinschlagbahnen:
- a) Steinschlagbahn mit Steinschlag-Unterbau;
- b) „ „ Packlager-Unterbau;
- c) „ „ Grand-Unterbau.

II. Grandbahnen.

III. Pflaster von natürlichen Steinen:
- a) Reihenpflaster.
- b) Reihenschiebepflaster.
- c) Schiebepflaster.
- d) Rippenpflaster.
- e) von künstlichen Steinen: Klinkerpflaster.

IV. Kiesbahnen.

Im Allgemeinen über Steinbahnen das Folgende:

(§. 36.) Die Steinbahn liegt zwischen Bankett und Sommerweg, oder wo letzterer fehlt, zwischen zwei Banketts, um stets gehörig an den Borden gestützt zu sein. Die Breite der Steinbahn (§. 37) soll nicht grösser sein, als nach Grösse und Beschaffenheit des Verkehrs, nach Beschaffenheit des Materials und dem Grundrisse des Weges (z. B. in Krümmungen) erforderlich ist. Mindestens 12, höchstens 20 Fuss.

---

1) Ueber Setzen von Dämmen siehe Eisenbahnbau.

(§. 38.) Innerhalb dieser Grenzen erhält sie grössere Breite, wenn Sommerweg nicht vorhanden.

(§. 39.) Der zur Aufnahme der Steinbahn dienende Erdkasten ist in erforderlicher Breite und Tiefe so zu bilden, dass die Steinbahn in gutem Bestande gesichert bleibt. Die Sohle des Erdkastens ist im Querschnitt: für Pflasterbahnen parallel mit der Oberfläche der Pflasterbahn, für Steinschlag- und Grandbahnen mit $^1/_6$ Zoll auf jeden Fuss der ganzen Breite abzurunden.

(§. 40). Der Boden des Erdkastens ist aus genügend tragkräftigem, schädlichen Einwirkungen der Nässe möglichst wenig unterworfenem Material herzustellen. Bei Moorboden durch eine Sand- oder Lehmsandschicht von 6—18 Zoll Stärke (Fig. 102). Für sehr klaiigen Boden sind einige Zolle Sand darüber erwünscht, wenn zu haben, sonst Steinbahn selbst etwas stärker.

(§. 41.) Im aufgetragenen Boden ist die Sohle des Erdkastens durch Stampfen, Walzen oder in anderer geeigneter Weise zu befestigen und nach der Schablone zu ebnen. Das Abwalzen mit Chausseewalzen sehr zu empfehlen.

(§. 42.) In fettem, nassen Boden ist die Entwässerung des Erdkastens durch seitwärts abführende Drains oder Sickercanäle zu bewirken (Fig. 103), sofern nicht das Planum bereits durch Drainirung trocken gelegt ist.

(§. 43.) Die Sohle des Erdkastens darf nicht durch Fahren oder Zerschlagen des Materials im Erdkasten zerstört werden; (dafür dienen Sommerweg und Bankett). Zerstörungen der Sohle sind vor Legung der Steinbahn wieder herzustellen.

(§. 45.) Der Steinbahnkörper soll aus Material von hinreichender Festigkeit, Härte und Dauerhaftigkeit bestehen, mithin den mechanischen Angriffen und der Verwitterung ausreichenden Widerstand leisten, in der zulässig-geringsten Mächtigkeit die grösste Tragfähigkeit besitzen, das Eindringen der Nässe von oben thunlichst verhindern und in seiner Oberfläche einen möglichst hohen Grad von Festigkeit, Ebenheit und Glätte gewähren.

(§. 46.) Ist zwischen verschiedenen Materialsorten zu wählen, von denen die eine bei Anschaffung und Verwendung weniger Kosten veranlasst, als die andere, so ist nach obigen Rücksichten, unter Beachtung der verschiedenen Eigenschaften jeder Materialsorte, nach sorgfältiger Berechnung des Nutzeffects, in jedem besonderen Falle dasjenige Material zu wählen, welches nach seiner Haltbarkeit und nach den Anschaffungs- und Verwendungskosten für Neubau und Unterhaltung, den grössten dauernden Vortheil gewährt und dem besonderen Zweck der Anlage vorzugsweise entspricht.

Wie dabei der Wagendruck und die Widerstandsfähigkeit der Materialien in Frage kommt, ist im Capitel über die zweckmässige Wahl des Materials abgehandelt.

I. Steinschlagbahnen.

(§. 48) Die Steinschlagbahnen sind mit Bordsteinen einzufassen, welche dazu dienen, sie abzugränzen, und Fixpunkte für die Höhe zu geben. Die früher gebräuchlichen Binder (Fig. 104), um einem Fuhrwerk das Auffahren vom Sommerweg auf die Bahn zu erleichtern, sind nicht zu empfehlen, weil man auch ohne diese auffahren kann und durch Stösse die Borde gelockert werden, auch weil beim Bergabfahren sie den rasch fahrenden Wagen sehr schädlich werden können. Die glatte Seite der Bordsteine setzt man wohl nach innen, um das Walzen der Steinbahn, besonders des Unterbaues, an den Kanten zu erleichtern (Fig. 105).

Bordsteine fehlen nur, wenn solche unverhältnissmässig theuer; dann von 5° zu 5° in der Linie beider Steinbahnkanten, einander gegenüber, Marksteine mit Kanten der Bahn in gleicher Höhe, gesetzt.

(§. 49.) Bordsteine aus solidem Material, was indess nicht so fest wie das der Steinbahn zu sein braucht.

(§. 50.) Mindestens so hoch, dass oben im Niveau der Strasse, unten auf Sohle des Erdkastens aufstehend (also 6 bis 10″), höchstens 6″ stark, von möglichst regelmässiger Form, auf 3″ von oben in den Stossfugen schliessend.

(§. 51.) Wenn von ungleicher Dicke, die stärksten an der Seite des Sommerwegs.

(§. 52.) In unzuverlässigem Boden (besonders in Einschnitten, thonigem.

weichen Boden, in Waldungen etc.) zum Schutz gegen Auffrieren, in Unterlagen von geeignetem Material (Kies, Sand, Steinschutt: durchlässig), zu setzen.

(§. 53.) Gut lothrecht (weil sonst Umkippen beim Gegenfahren und beim Walzen) zu setzen, fest im Grunde, auf beiden Seiten gut hinterstampft, an der Sommerwegseite, wenn nicht zu theuer, mit einem Steinschlagstreifen bis unten an den Bordstein zu hinterschlagen (Fig. 106).

(§. 54.) Material zum Steinschlag. Zum Steinschlag, namentlich zur Decke, dasjenige Material vorzugsweise zu benutzen, welches die grösste und gleichmässigste Festigkeit, Härte, Zähigkeit und Dauerhaftigkeit besitzt, keine Poren und Risse hat, wo hinein Wasser dringt, welches würfelförmigen und körnigen Steinschlag liefert, sich am vollkommensten verbindet und in der Oberfläche abglättet, im zerriebenen, zerdrückten oder zersetzten Zustande weder einen klebrigen, noch sandigen, sondern kittenden, erhärtenden und abglättenden Stoff bildet. Frachtstrassen erfordern das härteste Material; Reisestrassen ein genügend festes, aber auch bequeme Bahnen lieferndes.

(§. 55.) Die Stärke oder Mächtigkeit der Steinschlagbahn hängt ab: von der Beschaffenheit des Untergrundes (ob fest, oder nachgiebig) und des Besteinungsmaterials (ob rasch, oder langsam abnutzt — Durchbrüche —), von der Lage des Weges (ob trocken, oder feucht, Waldboden etc.) und von dem zu erwartenden Verkehr. Sie soll im consolidirten Zustande (gewalzt), an den Kantensteinen mindestens 6″, höchstens 10″ betragen.

In einer festen Steinschlagdecke ist das $1^1/_2$fache ihres Inhalts an Steinschlagmaterial enthalten. Ein Faden (1024 Cubikfuss) Bruchsteine enthält, je nach dem mehr oder minder sorgfältig geschehenen Aufruthen und nach der Lagerhaftigkeit der Steine, 0,54 bis 0,66 an festem Steinmaterial, im Mittel also 0,60[1]) und ein Cubikfuss Steinschlag 0,5 Cubikfuss festes Material. Ein Cubikfuss fester, consolidirter Bahn enthält aber 0,8 bis 0,84 festes Material, und sind also 20 bis 16 Procent Zwischenräume durch Bindematerial auszufüllen. Zu einem Faden consolidirter Bahn gehören mithin durchschnittlich $\frac{0,82}{0,6} = 1,37$ Faden Bruchsteine und $\frac{0,82}{0,5} = 1,64$ Faden Steinschlag, und ein Faden Bruchsteine gäbe $\frac{0,6}{0,5} = 1^1/_5$ Faden Steinschlag. Bei Veranschlagungen pflegt man zu einem Faden consolidirter Bahn $1^1/_2$ Faden Bruchsteine zu rechnen, was also reichlich ist, da im Mittel nach dem Obigen nur 1,37 Faden erforderlich sind.

(§. 56.) Wölbung der Steinschlagbahnen. Nach der Kreislinie, um so stärker, je weniger Längsgefälle. Wenn die Strasse horizontal $^5/_{12}$″, bei eingeschlossener, nasser und schattiger Lage. Grössere Wölbung befördert das Einfahren von Gleisen und wird dadurch für Strasse und Fuhrwerk schädlich. In wenig geneigter Lage: $^1/_3$″, bei $^1/_{36}$ und darüber: $^1/_4$″ auf jeden Fuss der Breite. Auf Steinbahnen von weniger als 12 Fuss Breite, ist geringere Wölbung zulässig, besser korbbogenartig.

(§. 57.) Bestandtheile der Steinschlagbahn. In der Regel ist sie im Ober- und Unterbau aus Steinschlag herzustellen, weil macadamisirte Strasse in der Unterhaltung besser, als mit Packlage, deren Abnutzung in der Decke um so rascher fortschreitet, je dünner letztere wird. Bei Mac Adam gleichmässige Abnutzung.

(§. 58.) Ist aber das zum Unterbau zu verwendende Material so weich, dass es bei der Zerkleinerung nicht ausreichende Widerstandsfähigkeit behält, so muss Unterbau durch ein Packlager gebildet werden. Die Bildung des Unterbaus durch Packlager von härterem Material nur zulässig, wenn auf der Strasse nur Verkehr mit leichterem Fuhrwerk zu erwarten ist und Kostenersparung dadurch erreicht wird.

(§. 59.) Der Unterbau einer Steinschlagbahn darf durch Grand gebildet werden, wenn dadurch Kostenersparung bewirkt und die Haltbarkeit der Steinbahn nicht gefährdet wird.

---

1) Ueber die Grösse der leeren Zwischenräume im gehäuften lockern Steinschlage und in Steinschüttungen anderer Art, v. Bokelberg, Zeitschrift des Hannov. Arch.- u. Ing.-Vereins Band II. 1856. pag. 225.

(§. 60). Zur Decklage ist ein und dasselbe Material zu verwenden, ausnahmsweise darf verschiedenartiges Gestein, jedoch von gleicher Dauerhaftigkeit und Festigkeit gemischt verwandt werden. (Bei ungleich harten Materialien, ungleichartige Abnutzung und nicht glatte Bahn.)

(§. 61.) Der Steinschlag der Decke darf erst dann auf den Unterbau gebracht werden, nachdem er sorgfältig ausgeharkt und gesiebt ist, und der ausgeschiedene Grus wird zu besonderem Gebrauch aufbewahrt.

Das Ausharken geschieht indem beim Verbauen der Steinschlag in Mollen geharkt wird, wobei kleine Splitter und Schmutz zurückbleiben. Das Sieben geschieht mittelst Doppelsieben (Fig. 106.) Die vertikal laufenden Drähte dürfen durch keine Querriegel unterstützt werden, und müssen die Siebe mit geringer Neigung aufgestellt werden, weil sonst der scharfe Steinschlag sich leicht zwischen den Drähten aufhängt. Das Sieben hat weniger den Zweck, den Steinschlag zu reinigen, als ihn zu sortiren, um Material von möglichst gleichem Korn zu erhalten.

I[a]). Steinschlagbahnen mit Steinschlag Unterbau.

(§. 62.) In den unteren Steinschlaglagen ist ein weicheres Material zu verwenden, als zur obern Decke, sobald dadurch Kosten erspart werden, und soweit die Haltbarkeit der Strasse nicht dadurch leidet.

(§ 63.) Der Steinschlag zum Unterbau ist im Korn stärker, als der zum Oberbau, jedoch das einzelne Korn nicht stärker, als 8 Cubzoll (2″ Seite, Würfel) für Material von mindestens 8000 ℔ Festigkeit pr. Cubzoll, und höchstens 27 Cubzoll (3″ Seite) für weicheres Material.

Der Steinschlag zur Decklage erhält im Korn eine Stärke von 2 bis 8 Cubzoll (Würfel von $1^1/_4$ bis 2″ Seite), je nach der Härte des Materials und dem Gewichte des zu erwartenden Fuhrwerks. Nie feiner, als die gehörige Bindung desselben und Glättung der Bahn dies erfordert.

(§. 64.) Die einzelnen Stücke des Steinschlags möglichst von gleicher Grösse und der Würfelform sich nähernd. Bildung von Grus und Splitter thunlichst zu vermeiden.

(§. 65). Die Steinschläger erhalten hölzerne Würfel als Muster des zu bildenden Korns. Anfertigung des Steinschlags sorgfältig zu überwachen und geübte Steinschläger heranzubilden.

(§. 66.) Die Mächtigkeit des Unterbaus bestimmt sich nach: der Beschaffenheit des Materials, der Stärke des Steinbahnkörpers, den Kosten des zum Decklager zu verwendenden Materials und nach dem zu erwartenden Fuhrverkehre.

(§. 67.) Werden Ober- und Unterbau aus demselben Material, oder aus verschiedenartigen Materialien von gleichen Kosten hergestellt, so darf der Unterbau nur bis drei Zoll unter der Oberkante der Bordsteine heraufreichen und in der Mitte der Bahn nicht mächtiger sein, als an den Seiten.

(§. 68.) Ist festeres Deckmaterial nicht erheblich theurer, als Gestein zum Unterbau, erhält Decklage in der Mitte mindestens 4″ Stärke, an den Kantensteinen mindestens eine volle Schicht; (also $^5/_4$—$1^1/_2$″ stark.)

(§. 69.) Nur bei leichtem Fuhrwerk und sehr festem Deckmaterial und wenn dessen Anschaffungs- und Verwendungskosten sehr erheblich sind, kann die Mitte bis auf 2 Zoll ermässigt werden.

(§. 70.) Ist das Unterbau-Material von sehr geringer Güte, erheblich festeres Material ohne grossen Aufwand herbeizuschaffen, dass festeste Material sehr theuer, so kann vom Zweiten eine Mitteldecke zwischen Unterbau und Decklage von 2—3″ stark gebildet werden. Der Unterbau wird dann entsprechend schwächer.

(§. 71.) Unter den Voraussetzungen der §§. 68 und 69, darf die Herstellung der Decke aus dem festesten Gestein auf einen 12 Fuss breiten Streifen in der Mitte der Bahn beschränkt werden, wenn das Material zur Mitteldecke auch zur Herstellung einer guten Bahn tauglich. Auf 14′ breiten Bahnen 10 Fuss breiter Streifen genügend.

(§. 72.) Jede Steinlage einer ganz aus Steinschlag hergestellten Bahn (Grundlage, Mittellage, Decke) ist für sich zu walzen.

I[b]) Steinschlagbahnen mit Packlager-Unterbau.

(§. 73.) Packlager darf nie höher sein, als 6″ (in gleicher Stärke), im Uebrigen der Mächtigkeit des Steinbahnkörpers (§. 55) entsprechend. Die Decklage darf an den Kantensteinen nicht schwächer sein, als zwei Zoll.

(§. 74.) Es ist aus grösseren Steinstücken in gutem Verband so zusammen zu setzen, dass breite Fläche des Steins aufsteht, Spitze nach oben; Jedes Steinstück für sich freistehend, nicht anlehnend.

Hierzu eignen sich besonders Steine, welche pyramidal sich zerschlagen lassen; die Grundfläche in der Seite etwa bis 4″, kleiner als die Höhe, welche etwa 4—6″.

(§. 75.) Zwischenräume in der Oberfläche des Packlagers mit Zwickern ausgefüllt, grössere Steine mit langstieligen Hämmern soweit zerschlagen, dass nicht breite Flächen mehr zeigen, vielmehr die Oberfläche des Packlagers als scharf zusammengekeilte Steinschlagmasse erscheint.

(§. 76.) Dichtung des Packlagers mit der Walze, wenn nicht erforderlich, doch sehr erwünscht. Vor der Walzung mit Steinschlagdecke von etwa eines Kornes Dicke überdeckt.

I[c]) Steinschlagbahnen mit Grand-Unterbau.

(§. 77.) Stärke des Grandunterbaus $^5/_{12}$ bis $^7/_{12}$ der ganzen Stärke der Steinbahn.

(§. 78.) Das Korn des zum Unterbau dienenden Grandes muss mindestens $^1/_4$″ Durchmesser haben, und Stücke, welche so stark sind, dass Steinschlag zum Deckenbau daraus gebildet werden kann (§. 63.), sind auszusondern.

(§. 79.) Der Grandunterbau ist zu walzen, wenn ein mit den Kosten in Verhältniss stehender Vortheil davon zu erwarten ist.

(§. 80.) Uebrigens finden die Bestimmungen der §§. 61. 69. 70. 71 auch auf Steinschlagbahnen Anwendung, deren Unterbau durch Packlager oder durch Grand gebildet wird. — Grandunterbau kann auch für Strassen mit schwerem Fuhrwerk zulässig sein, doch ist Steinschlagunterbau vorzüglicher, weil ersterer leichter durch Frost gelockert wird.

II. Grandbahnen.

(Wie rüher bemerkt (§. 141) nur für leichten Verkehr.

(§. 81. Grandbahnen nach Beschaffenheit des Materials und des Untergrunds $^1/_4$ bis $^1/_3$ stärker, als (§. 55) für Steinschlagbahnen vorgeschrieben ist. 6 Zoll am Kantenstein: ein unter besonderen Umständen zulässiges Minimum.

(§. 82) Der brauchbarste Grand: unter sonst gleichen Verhältnissen derjenige, welcher in der Grösse und Festigkeit des Korns am gleichmässigsten, und dessen mittleres Korn dem nöthigen Grade der Festigkeit am meisten entspricht. Korn mindestens $^1/_4$″ Durchmesser.

(§. 83.) Wenn Grand sehr theuer, darf zum Unterbau anderes geeignetes Material verwandt werden. Ein Packlager darf dabei nicht stärker sein als 4″, weil sonst die Granddecke zu schwach würde, indem nämlich vorausgesetzt ist, dass die grössere Stärke des Unterbaus von der Stärke der Granddecke abgeht. Eine zu schwache Granddecke würde bei Frostaufgang oder feuchter Witterung leicht durchgefahren werden.

(§. 84.) Wölbung der Grandbahnen, wie bei den Steinschlagbahnen.

(§. 85.) Ist eine genügende Menge grösserer Grandkörper ausgesondert (§. 78), um längere Decken von mindestens $2^1/_2$″ Stärke in der Mitte und $1^1/_2$″ Stärke an den Kanten zu bilden, und lässt sich voraussetzen, dass auch solche auf die Dauer zur Unterhaltung zu gewinnen, so sind die ausgesonderten Grandkörper zu Steinschlag zu zerkleinern und ist davon eine möglichst lange Decke zu bilden.

Genügt die ausgesonderte Menge nicht hierzu, so sind die grösseren Stücke bis zur Feinheit des mittlern Grandkorns zu zerschlagen und unter den Grand zu vertheilen.

(§. 86.) Grandbahnen in zwei Schichten zu walzen. Bei 6″ Höhe am Bordstein genügt Walzung in einer Schicht.

III. Pflasterbahnen von natürlichen Steinen.

(§. 87.) Allgemeines. In den Erdkasten ist eine Unterbettung von feinem Grand, Kies, oder grobkörnigem, durchlassenden, die Feuchtigkeit nicht anziehenden Sand zu bringen, falls nicht der natürliche oder künstliche Untergrund aus solchem Material besteht. (§. 88.) Unterbettung zu jeder Seite 6″ über Breite des Pflasters hinaus und je nach Beschaffenheit des Untergrundes, wie des Unterbettungs-Materials, 9—18″ stark. — (§. 89.) Durch Stampfen, Rammen oder Walzen zu dichten, wenn nicht ohnehin genügende Festigkeit.

(§. 90.) Bei Ermangelung an natürlicher Feuchtigkeit, während des Dichtungsverfahrens genügend zu nässen. — Möglichst vollkommene Austrocknung des Untergrundes.

(§. 91.) Material zum Pflaster: Dasjenige, welches beim nöthigen Grade der Festigkeit und Dauerhaftigkeit die grösste Härte besitzt und sich am leichtesten zu regelmässigen Körpern verarbeiten lässt.

(§. 92.) Gestein, welches durch seine Glätte die Passage gefährdet, darf zur Pflasterung stark geneigter Bahnen nicht benutzt werden. Materialien nach der Reihenfolge, die Besten voran: Gabbro (wird übrigens sehr glatt); Basalt, meistens geringe Unebenheiten in der Kopffläche und deshalb weniger glatt, Form der Kopffläche meistens quadratisch, weniger die günstigere Form des Oblongums; Grünstein giebt ein vortreffliches Pflaster, ist aber weniger hart. Fester Sandstein (z. B. Kohlensandstein aus Osnabrück) sehr brauchbar zur Pflasterung, wird nie sehr glatt. Bei Strassen mit leichtem Verkehr kann man Sandstein bis zu 4000 ℔ Zerdrückungs-Festigkeit pro □Zoll herunter, gebrauchen, die Steine müssen dann etwas grösser als gewöhnlich genommen und gut bearbeitet werden. Kalksteine sind zu Pflasterungen am wenigsten tauglich, sie werden zu glatt und spalten leicht bei der Rammung.

(§. 93.) Stellung der Pflastersteine. Normal zur Bahnoberfläche, ihre Kopffläche mit Bahnoberfläche zusammenfallend. Länge nach der Breite der Bahn gerichtet, guter Fugenverband nach der Länge der Bahn. Schädliches Anlehnen der Steine an benachbarte zu vermeiden.

(§. 94.) Wölbung der Pflasterbahn, wo deren Borde gegen einander in der Horizontalen liegen, nach der Kreislinie, $^1/_4$ bis $^1/_3$″ auf jeden Fuss der Breite.

III[a]). Reihenpflaster.

(§. 95.) Reihenpflaster stets zu legen, wo nur die Mittel zur Herbeischaffung von entsprechendem Material ausreichen.

(§ 96.) Form der Pflastersteine zum Reihenpflaster. Am Besten parallelepipedisch, von 4″ Breite, 8″ Länge und 6″ Höhe.

Eine gute Form ist z. B. $l = 1^1/_2\ b$, z. B.

$b = 3'' - 7''$
$l = 5'' - 12''$
$h = 6 - 8''$

Bei weichem Sandstein kann man in der Breite bis zu 10″ gehen. In Triest soll man Pflastersteine in der Breite von 1 Fuss anwenden, bei welchen die entstehenden Unebenheiten alljährlich abeharrirt werden.

(§. 97.) Abgestumpfte pyramidale Form, wenn vorstehende zu theuer. Verjüngung erst 1 — bis 2″ unter Kopffläche beginnend. Fussfläche in der Regel

nur $^1/_3$ kleiner, als Kopffläche. Höhe der Steine höchstens 9 Zoll, mindestens 6 Zoll, für sehr festes Gestein, ausnahmsweise 5 Zoll. Breite in der Kopffläche: höchstens 6 Zoll, mindestens 3 Zoll. Länge höchstens 12 Zoll, mindestens 4 Zoll.

(§. 98.) Bordsteine dürfen im Querschnitt der Strasse höchstens 12 Zoll Breite haben und an ihrer innern Seite keine durchlaufenden Längsfugen bilden (Fig. 107), weil diese bald ausgeschliffen werden.

(§. 99.) Gossen; wo in Städten und geschlossenen Orten auf Wasserabzug Gewicht zu legen und die Strasse ein erhöhtes Bord hat, kann die Sohle der Gosse eine Horizontale in der Breitenrichtung der Strasse bilden. Eine scharfe Gosse ist besser. Gefälle mindestens bei rauhen Bruchsteinen oder Wacken $^1/_{144}$, bei glatten Bruchsteinen $^1/_{288}$ bis $^1/_{200}$, bei gut versetzten Klinkern und Werkstücken $^1/_{500}$ — $^1/_{600}$. Wenn Strasse nicht dies Gefälle hat, lässt man Gossen steigen und fallen und macht am tiefsten Punkt Abzüge. Das Quergefälle der Strasse ist dann variabel, an den Abzügen am grössten. Bei städtischen Pflasterungen werden die Steine, welche die Gosse bilden sollen, gleich in die richtige Höhe gestellt. Bei der Rammung des übrigen Pflasters erreichen dann die Gossensteine hinreichend festen Stand. Dies Verfahren hat darin seinen Grund, dass bei der Rammung leicht das richtige Gefälle der Gosse verloren gehen, oder doch Unregelmässigkeiten entstehen könnten; ferner weil bei erhöhten Bordsteinen die Gossensteine mit der Ramme nicht gut zu treffen sind und auch weil die Ueberhöhung der zu rammenden Steine sich auf $^1/_4$ bis $^1/_2$ Zoll vorher nicht zutreffend angeben lässt.

(§. 101.) Stellung der Pflastersteine. In Reihen, welche normal gegen die Bahn laufen, (§. 102) in Curven in radialer Richtung, wonach die Steine zu sortiren und zu stellen. (§. 103) Bei stark gekrümmten oder im Winkel zusammenstossenden Strassen, wo dies nicht mehr angeht, mit richtigem Verband in der Gehrung zusammenzusetzen. *A* ist besser als *B* (Fig. 108), weil die Steine bei *B* zum Theil auf Gehrung gehauen werden müssen, was im Uebrigen immer geschehen muss, wenn die Strassen sich nicht rechtwinkelig kreuzen, z. B. bei *C* (Fig. 109) die Kopfflächen *a. a.* (§. 104.) Sind die Steine von verschiedener Breite, so sind sie zu sortiren und in möglichst langen Abtheilungen zusammenzustellen. Auch ist ein erheblicher Unterschied in der Breite zusammenstehender Reihen zu vermeiden. — (Um gleiche Tragfähigkeit der einzelnen Steine und einzelnen Reihen zu erreichen, wodurch locale Senkungen vermieden werden). — (§. 106.) Eben so ist (aus gleichem Grunde) thunlichst zu vermeiden, dass Steine verschiedener Höhe neben einander gestellt werden.

(§. 105.) Stärker geneigte Strassenstrecken sind aufwärts steigend und mit Steinen von geringerer Breite zu pflastern (Fig. 110.)

Ersteres, um die Steine dicht aneinander stellen zu können und weil sonst leicht, wie bei *A* gestellte Steine, beim Rammen umkippen, lose werden und dann grosse Fugen bilden könnten. Kleine Steine, weil mehr Angriff und feste Stellung der Pferdehufe, wegen vermehrter Fugen,

(§. 107.) Ausführung des Pflasters. Jeder Stein fest zu unterstopfen, in den Stossfugen gehörig mit Sand zu speisen und an die bereits gesetzten Steine so dicht wie möglich anzutreiben.

(§. 108.) Das Pflaster hinreichend, (etwa 2 bis 3 Zoll, je nachdem die Bettung bereits mehr oder weniger gedichtet ist,) überhöht zu setzen und bei sorgfältigem Einspülen von Sand bis zur völligen Festigkeit nach der Schablone zu rammen, geeigneten Falls auch schliesslich zu walzen. (§. 109). Werden Steine beim Rammen zersprengt, so sind sie durch andere zu ersetzen; versenkte Steine sind herauszuheben und in die richtige Lage zu bringen. (§. 110) Das fertige Pflaster ist mit einer bis zu $^1/_2$ Zoll starken Kiesdecke zu versehen, weil diese alle Fugen und Vertiefungen füllt, die Benutzung angenehmer macht, und gleichzeitig schützend und erhaltend wirkt.

III[b]) Reihenschiebepflaster.

(§. 111.) Reihenschiebepflaster ist zu bilden, wenn Pflastersteine von vollkommen regelmässiger Form nicht verfügbar. Soll sich dem Reihenpflaster möglichst nähern, doch dürfen die einzelnen Reihen in einander greifen. (Fig. 111.)

III[c]). Schiebepflaster.

(§. 112.) Schiebepflaster, wenn die Gleichmässigkeit der verfügbaren Steine in Grösse und Form noch weiter abnimmt. (Fig. 112.)

(§. 113.) Kopffläche der Steine nicht mehr als 49 Quadr. Zoll, und in keiner Richtung mehr als 9 Zoll und weniger als 2 Zoll messend.

(§. 114.) Setzen der Steine. Einzelne Steine möglichst dicht schliessend, dürfen sich an der Oberfläche in den Stossfugen nicht in sehr scharfen Kanten berühren. (§. 115.) Auf schmalen Bahnen, die besseren Steine für die vorzugsweise dem Führwerk (den Rädern) ausgesetzten Breitentheile, die kleineren in der Mitte. Zu den Borden die grössten Steine ausgesucht.

III[d]). Rippenpflaster.

Eine mangelhafte Construction (Fig. 113), die auf der Idee beruht, dass durch einzelne Querrippen, zwischen denen der Länge der Strasse nach gewölbartig Steine gestellt werden, beim Niederrammen des Ganzen mehr Spannung entstehe. Sind, wie es eigentlich in der Idee liegt, die Rippen-Steine grösser als die übrigen, so ist schwer, eben zu rammen, und die Steine setzen sich ungleichmässig. Sind sie eben so gross, wie die übrigen, so ist dies Pflaster nur in der Herstellung von dem vorigen verschieden, im Wesentlichen dasselbe.

Rippenpflaster ist nur in besonderen Fällen, (z. B. wenn man etwa glauben sollte, dass man wegen sehr geringer Grösse der Pflastersteine eine Verstärkung gegen das Verschieben derselben herstellen müsste,) und auch nur dann zulässig, wenn die verfügbaren Steine sehr verschiedene Grösse oder sehr mangelhafte Form haben, oder wenn die Steine zwar zum Schiebepflaster sich eignen, aber das Unterbettungsmaterial sehr leicht beweglich ist, (z. B. bei einer schwachen Sandbettung auf moorigem Untergrunde). (§. 117) Die Rippensteine sollen mit den Banksteinen gleiche Grösse haben, jedenfalls nicht erheblich grösser sein. (§. 118) Rippen in Abständen von 1 bis $1^1/_2$ Fuss von Mitte zu Mitte, quer über die Bahn (§. 119) fest einzusetzen, gut zu unterstopfen und mit dem Hammer so einzuschlagen, dass sie sofort die normale Höhe nach der Schablone erhalten.

(§. 126.) Die Banksteine sind gegen die Rippen überhöht, in der Längenrichtung der Bahn etwas gewölbt zu setzen, und bis auf die Höhe der Rippen nieder zu rammen. Wenn dann nöthige Festigkeit noch nicht erreicht, ist das Rammen fortzusetzen und auch auf die Rippen auszudehnen.

(§. 121.) Uebrigens finden, sofern im Vorstehenden nicht abweichende Bestimmungen getroffen, die für Reihenpflaster enthaltenen Vorschriften, auf Reihenschiebe-Schiebe- und Rippenpflaster, sinngemäss Anwendung.

IIIe). Pflaster von künstlichen Steinen:

Klinkerpflaster.

In Niederlanden ausgedehnte Anwendung, weil schwerer Verkehr auf Wasserstrassen, auch in den hannoverschen und oldenburgischen Küstengegenden. Aus Klaithon oder fettem Lehm geformt, an der Luft getrocknet und bis zum Verglasen gebrannt. In Hannover und Oldenburg gewöhnlich $9^1/_2$ Zoll lang $4^3/_4$ Zoll breit und $2^1/_8$ Zoll dick (auch $9^1/_8$, $4^1/_4$ und $2^1/_8$) — 100 Stück für jeden Fuss Breite einer lfden Ruthe Steindecke erforderlich.

Gute Klinker, regelmässige Form, nicht krumm und windschief, keine Blasen und Risse, nicht eigentlich verglast, aber bis ins Innere hart gebacken; auf der Hand liegend mit Hammer geschlagen: hellen scharfen Klang gebend. Verschiedene Farbe: aus Klai: gelblich, aus Lehm und Thon: bläulich-roth. Niederländische: 3 Theil Klai und 1 Theil Sand. In Hannover Thon und fetter Lehm. 3 Theil Thon und 1 Theil Kieselerde (Volumen). Bei Untersuchung auf mechanischem Wege, durch Schlämmen, Thon und Kieselerde getrennt. Wenn letztere nicht genügend, scharfer Sand zugesetzt. Eisenoxyd in geringer Beimischung befördert die Verglasung

der Klinker, grössere Beimischung bewirkt spröde, schlackenartige Verbindung, daher schädlich. Glimmerhaltiger Thon gute Klinker, weil Versintern von Thon und Kieselerde befördert. Schädlich: Beimischung von Kalk- und Feuersteinen, weil Blasen und Sprünge befördernd, daher wie alle übrigen Steine, die über Erbsengrösse, zu entfernen. — Probebrände. — Klinker aus Thon unter übrigens gleichen Verhältnissen, den aus Klai gebrannten vorzuziehen.

(§. 122.) Unterbettung. Wie bei Pflasterbahn (§. 87, 88 u. 89): Darf keine fremdartigen (z. B. vegetabilischen) Bestandtheile und an der Oberfläche keine grobkörnigen Geschiebe enthalten, ist mit besonderer Sorgfalt und in genässtem Zustande zu dichten.

(§. 123.) Vor Einsetzen der Klinker ist Unterbettung durch mit Eisen beschlagene, stellbare, concave Schablone nach der Wölbung der Pflasterbahn abzuziehen (Fig. 114). Die Schablone wird zu dem Zweck auf Latten bewegt, welche über die Bordsteine, oder über die Läuferschicht gelegt sind. Jede Auflockerung der so geregelten Unterbettung ist sorgfältig zu vermeiden, event. durch Nachstampfen wieder zu beseitigen.

(§. 124.) Borde sind stets zur Einfassung anzubringen und sind aus natürlichen Steinen, und nur in deren Ermangelung aus Klinkern herzustellen.

(§. 125.) Aus natürlichen Steinen wie (§§. 49 bis 53) bei den Steinschlagbahnen (Fig. 115.) Neben dem Hochborde ist jedoch eine Läuferreihe oder zwei in gutem Verbande zu setzen. Diese Läuferreihen bestehen jede aus einer in der Längenrichtung der Strasse der Länge nach gestellten Klinkerreihe und haben den Zweck, den Druck auf das Bord besser zu vertheilen (Fig. 115).

(§. 126.) Bord aus Klinkern, aus drei auf die schmale Längenseite in gutem Verbande gesetzte Klinkerreihen, von denen die erste $^1/_2$ Zoll unter der Höhe der Steinbahnkante, und jede äussere 1 Zoll tiefer steht als die nächst innere. Für die mittlere Reihe dürfen Bruchstücke von mindestens $^1/_2$ Steineslänge benutzt werden. Die Kopfsoden, aus welchen das erhöhte Bankett gebildet wird, bedecken die Bordsteine am Bankett. Die Sommerwegskante bedeckt die Borde neben dem Sommerwege. (Fig. 117) a. Kopfsoden, Ueberstand 4 — 6 Zoll. Je nach Beschaffenheit der Soden und der Höhe des Bordes werden mehre über einander gelegt. Es kommt darauf an, die Soden in Vegetation zu halten, weil das Bord sonst verfallen würde.

(§. 128.) Wölbung $^1/_5$ bis $^2/_7$ Zoll, nach Kreislinie auf jeden Fuss der ganzen Breite.

(§. 129.) Setzen der Klinker. Reihenweise, normal gegen die Bahnaxe auf die schmale Längenseite, in gutem Verband, also $^1/_2$ Stein stark. Mit dem Einsetzen in jeder Reihe von der Seite des erhöhten Banketts zu beginnen.

(§. 132.) Die ersten Klinkerreihen sind nach einer concaven Schablone zu setzen. Beim Setzen der folgenden Reihen haben die Steinsetzer eine die Bahnoberfläche angebende convexe Schablone hinter sich zu führen, und den Steinen nach kleinen Richtscheiten, welche von der Schablone zu den fertigen Reihen, parallel zur Bahnaxe, gelegt werden, die richtige Höhenstellung zu geben (Fig. 118).

(§. 133.) Steine, namentlich in den Stossfugen, scharf zusammen zu setzen. Um möglichst dichtes Aneinanderschliessen der Steine jeder einzelnen Reihe zu bewirken, werden die Reihen zunächst auf eine längere Strecke (ohne Sand dazwischen) eingesetzt, jedoch wird in jeder Reihe der letzte Stein zurückgelassen. Dann wird jede einzelne Reihe von der für den Schlussstein gebliebenen Oeffnung ab mit dem Hammer (unter Vorhalten eines Brettes) fest zusammengetrieben, jedoch ohne eine Hebung herbeizuführen. Hierauf Schlussstein eingesetzt. Dies Verfahren erstreckt sich nicht auf die zuletzt gesetzten 8 bis 10 Reihen der in dieser Weise zu bearbeitenden Strecke. Diese werden erst beim Zusammentreiben der nächsten Strecke in vorgeschriebener Weise behandelt.

(§. 134.) Die besten, härtesten und am regelmässigsten geformten Klinker sind in diejenigen Breitentheile der Bahn zu bringen, welche vom Fuhrwerke vorzugsweise benutzt werden. Auf nicht sehr breiten Strassen werden nämlich die Streifen zu beiden Seiten der Mitte, im Abstande von 2 bis $2^1/_2$ Fuss von dieser, von den Rädern der Fuhrwerke besonders getroffen, weil auf schmalen Bahnen die Fuhrwerke sich vorzugsweise auf der Mitte halten.

(§. 135.) Sind auf Strecken von mindestens 5° Länge die Steine eingesetzt, so werden die Fugen mittelst Brausen eingewässert und etwa hervorstehende Steine mit einer leichten hölzernen Stampfe in die Bahnfläche gebracht, auch die zu tief stehenden Steine sorgfältig mittelst Schlüssel (Fig. 119) ausgehoben und in die richtige Lage gesetzt. Dann wird reiner Sand in dünnen Lagen (trocken) übergestreut, in die Fugen gefegt und während des Giessens mit stumpfen Besen so lange hin und her und weiter eingefegt, bis die Fugen vollständig zugefüllt sind.

(§. 136.) Um den Untergrund nicht zu sehr zu erweichen, ist Einschwemmen nicht zu lange an einer und derselben Stelle fortzusetzen, sondern an mehren Tagen nach einander zu wiederholen. Bei solchen Wiederholungen ist vor Aufbringen des Sandes die Bahn mit Wasser zu übergiessen und zu untersuchen, ob sich noch Fugen öffnen, welche dann ferner voll zu schwemmen sind.

(§. 137.) Sind alle Fugen geschlossen, so ist die Bahn mit einer Sandlage, zunächst von $^1/_2$ Zoll Stärke gleichmässig zu überdecken. Später muss die Stärke dieser Decke auf $^1/_4$ Zoll ermässigt werden.

Wesentlich ist es, dass Klinkerbahnen trocken, damit nicht Feuchtigkeit, in Sandlage und Untergrund dringend, bei Frost die Bahn gefährde. Daher, wenn sonst thunlich, in Steigung zu legen und möglichst seitlichen Abfluss durch Drains im Planum, oder unter den Fusswegen durch, zu befördern. Letztere Drains brauchen nicht immer in Frosttiefe zu liegen.

(§. 130.) In Ueberlaufstellen oder frequenten Wegübergängen sind sogenannte Stromlagen oder Flechtgewebe in der Art zu bilden, dass zwei benachbarte Schaaren unter einem Winkel von 45° gegen die Längenaxe zusammenstossen (Fig. 120.) In starken Curven sind die Schaaren in einem Winkel von 45° gegen den Radius der Krümmung zu setzen, jedoch ist es in der Regel vorzuziehen, das Pflaster in Curven aus natürlichen Steinen herzustellen (weil Klinker dabei verhauen werden).

(§. 131.) Pflasterstrecken aus natürlichen Steinen sind auch dort in entsprechender Länge einzulegen, wo unbestimmte Wege in die Klinkerbahn einmünden und ein Aufschleppen von fettem Boden durch Pflasterung der Auffahrten nicht hinreichend verhütet werden kann[1]).

IV. Kiesbahnen.

(§. 164.) Unter besonderen Umständen, namentlich wo die Mittel die Herstellung einer Steinbahn nicht gestatten, oder wo schnelle Herstellung eines fahrbaren Weges erforderlich, können Fahrbahnen von einem Gemisch von grobem Grand, feinem Kies, Sand und erdigen Theilen gebildet werden. Sie sind ohne Kantensteine in einer gleichmässigen Stärke von 12 Zoll, mit einer der Steinschlagbahn gleichen Wölbung zu bauen.

C. Anlage der Sommerwege.

(§. 165.) Neben der Steinbahn ist ein Sommerweg anzulegen. Ausnahmsweise darf die Anlage eines Sommerweges unterbleiben:

a) in und nahe vor geschlossenen Orten (weil schmutzig und staubig);
b) an stark geneigten Bergwangen (weil schwer zu unterhalten und oft kostbar in der Anlage);

1) Mihálik, J. v., praktische Anleitung zum Bau der Strassen aus Klinkern. 2te Aufl. mit 3 Tafeln.
Nienburg, über Bau und Unterhaltung der holländ. Klinkerstrassen mit Vorschlägen zu deren Anwendung in den deutschen Marschen, von F. N. Oldenburg 1844.
Jessen, Wegbauinsp, über die Anwendung der Klinkerstrassen in den Marschdistricten von Schleswig-Holstein. Kiel 1856.
Söhlke, über Klinkerfabrikation und Anlage von Klinkerbahnen in der Landdrostei Osnabrück. Zeitschrift des Hann. Arch.- u. Ing.-Vereins 1861 Band VII. Heft 3, pag. 296.

c) auf Wegen über beschränkten oder sehr werthvollen Baugrund;
d) neben Klinkerbahnen, deren Breite zum Ausweichen der Fuhrwerke in der Regel genügt.

Wird ein Sommerweg nicht angelegt, so tritt an dessen Stelle ein zweites Bankett (zur Abstützung der Steinbahn und wegen der Anpflanzungen).

(§. 166.) Der Sommerweg ist an den Bergwangen stets thalwärts (damit die Steinbahn am sichersten am Berge liege), sonst in der Regel an die Süd- oder Ostseite der Strasse zu legen (um besser abzutrocknen).

(§. 167.) Dem Sommerweg ist eine Breite von mindestens 10 und höchstens 16 Fuss nach dem Bedürfnisse des Verkehrs zu geben.

(§. 168). Der Sommerweg soll neben der Steinbahn gleiche Höhe mit dem Steinbahnbord haben. Nach der Kronenkante zu ist dem Sommerwege ein gleichmässiges Seitengefälle von $^1/_4$ bis $^1/_2$ Zoll, unter besonderen Umständen ausnahmsweise bis $^3/_4$ Zoll auf jeden Fuss Breite zu geben.

(§. 169.) Sommerwege sind, wenn sie nicht ohnehin eine zu jeder Zeit ausreichend feste Oberfläche haben, nach Beschaffenheit des Bodens mit Kies, Sand, Dammerde, Lehm oder sonstigen bindenden Materialien zu befestigen.

(§. 170.) Sind bei stärkeren Neigungen des Längenprofils zur seitlichen Abführung des Wassers vom Sommerwege besondere Vorkehrungen zu treffen, so ist:

1) ein stärkeres Seitengefälle, jedoch innerhalb der durch den §. 168 bestimmten Grenzen herzustellen. Ist dies unzureichend, so sind

2) in angemessenen Entfernungen sogenannte Wülste aus Erde oder Soden vorzurichten;

3) genügt auch dies nicht, so sind Steinschlagstreifen von der Stärke der Steinschlagbahn, deren im Querschnitt etwas gewölbte Oberfläche nur mit dieser Wölbung über die Ebene des Sommerwegs hervortritt, durch den Sommerweg zu legen;

4) bei besonders starker Neigung (etwa von $^1/_{14}$ an) können, wenn die unter den Ziffern 1—3 bezeichneten Maassregeln die Ableitung des Tagewassers in zweckmässiger Weise nicht bewirken, gepflasterte Stützcanäle durch den Sommerweg gelegt werden. Deren Zahl auf derselben Strassenstrecke ist auf das geringste Maass zu beschränken (10 bis 20° entfernt). Stützcanäle sind in einer Breite von 2 bis höchstens 3 Fuss mit gut geformtem Gestein hochkantig zu pflastern.

Die obere und untere Kante der Pflasterung ist durch einen 12 Zoll breiten und eben so starken Steinpflasterstreifen zu befestigen (Fig. 121).

Im Längenprofile der Rinnlinie sind die Stützcanäle vom Steinbahnbord aus anfangs schwach, nach der Grabenkante zu gleichmässig stärker zu vertiefen und mit flacher Ueberwölbung der Grabenkante in die Grabensohle einlaufen zu lassen.

Im Querprofil müssen die Stützcanäle ein zweiseitiges Gerinne bilden, bei zwei Fuss ganzer Breite mit gleichen Seiten, bei drei Fuss ganzer Breite mit einem Fuss oberem und zwei Fuss unterem Seitenmaass.

Die obere Kante soll überall in der Ebene des Sommerwegs liegen, die untere Kante muss nach der Quere der Strasse etwas geringeres Gefälle haben als die obere, und zwar in dem Maasse, dass das in den Stützcanal gelangende Wasser nicht über die untere Kante fliessen kann.

Sind die Stützcanäle im Fahrgleise tiefer, als drei Zoll, so sind sie rechtwinklig, bei geringerer Tiefe in schräger Richtung über den Sommerweg zu legen.

D. Banketts und Fusswege.

(§. 171.) Liegt an der einen Seite der Steinbahn ein Sommerweg, so ist an die andere Seite das Bankett zu legen (Material dann zwischen den Bäumen des Sommerwegs).

Hat die Strasse keinen Sommerweg, so sind an beiden Seiten der Steinbahn Banketts vorzurichten. Wegen Abstützung der Steinbahn und wegen der Anpflanzung, sowie zur Sicherung der Pflege; auch würde eine Steinbahn ohne Einfassung mit hinreichend breitem Bankett von den Fuhrwerken bis zum Kantenstein gar nicht benutzt werden (Materialien auf einem Bankett).

(§. 172.) Die Breite des Banketts beträgt mindestens 6, höchstens 10 Fuss.

(§. 173.) Hat die Strasse nur ein Bankett, so dient dies stets als Fussweg. Hat

die Strasse zwei Banketts, so dient in der Regel dasjenige als Fussweg, welches die trockenste Lage hat. Die Herstellung beider Banketts als Fusswege ist nur zulässig in oder vor geschlossenen Orten und auf Strecken, welche von einer grösseren Zahl von Fussgängern benutzt werden (Materialien lagern dann zwischen den Bäumen, oder auch in Ortschaften besondere Lagerplätze).

(§. 174.) Die Banketts sind in der Regel an der Steinbahnseite in gleicher Höhe mit den Bordsteinen mit einem Seitengefälle von $^1/_4$ höchstens $^1/_2$ Zoll auf jeden Fuss Breite anzulegen.

(§. 175.) Erhöhte Fusswege sind zu bauen:

1) in und nach Umständen auch vor geschlossenen Orten,
2) auf sonstigen Strecken, welche von Fussgängern stark benutzt werden (ad 1 u. 2 wegen Schmutz und weil erhöhte Fusswege sich besser unterhalten lassen),
3) neben Klinkerbahnen (Schutz gegen Verwehen des Sandes).

(§. 176.) Erhöhte Fusswege erhalten gegen die Steinbahn einen um 4 — 6 Zoll erhöhten Bordstein (Fig. 122) mit $^1/_4 — ^1/_3$, bei Saumquadern (Fig. 123) $^1/_2$, Anlauf, oder eine Gosse (Fig. 124). Diese Bordsteine können in Gegenden, wo sie unverhältnissmäsige Kosten veranlassen, durch einen Rasenstreifen ersetzt werden (Fig. 124). Man legt *a* wohl etwas höher als *b* und macht *ac* steiler, um zu verhindern, dass die Fuhrwerke nicht durch die Gosse auf den Fussweg fahren und die Bäume beschädigen.

(§. 177.) Erhöhte Fusswege können mit einfachem Seitengefälle oder mit einer kreisförmigen Wölbung von $^1/_4$ bis $^1/_2$ Zoll auf jeden Fuss der ganzen Breite angelegt werden (Fig. 125). Rasenborde wird man meistens durch Prellsteine schützen müssen, obwohl man letztere gern vermeidet. *a* Rasen, *b* Prellstein.

(§. 178.) Die Fusswege sind thunlichst so herzustellen, dass sie bei trockener, wie bei nasser Witterung ohne Schwierigkeit von Fussgängern benutzt werden können. Erforderlichen Falls ist die Oberfläche nach dem Grade der Frequenz und des Bedürfnisses, so wie nach der Beschaffenheit des Bodens, in genügender Breite mit entsprechendem Material zu bedecken. — Unter ganz besonderen Umständen ist der Fussweg aus einer dreizölligen Steinschlaglage oder Packlage von natürlichen Steinen oder Ziegelbruch, mit einer Kiesdecke, zu bilden.

(§. 179.) Erhöhte Fusswege erhalten Wasserdurchlässe aus Drainröhren oder Platten, oder Backsteincanäle, nach Maassgabe des Bedürfnisses und des verfügbaren Materials (vergl. Fig. 88).

E. Seitengräben.

(§. 180). Seitengräben sind anzulegen, wenn dies zur Austrocknung des Strassenkörpers, zur Ableitung oder Fortführung des Tagewassers, zur Begrenzung oder Befriedigung des Strassenareals, erforderlich ist.

(§ 181.) Dient der Seitengraben zur Austrocknung des Strassenkörpers oder zur Ableitung und Fortführung des Wassers, so soll der Wasserspiegel mindestens einige Zolle tiefer, als die Sohle des Erdkastens liegen.

(§. 182.) Die Breite der Grabensohle soll nicht grösser sein, als die Umstände dies erfordern, mindestens jedoch einen Fuss betragen.

(§. 183.) Ist ein natürliches Längengefälle nicht vorhanden, die Herstellung eines künstlichen Gefälles aber erforderlich, so soll das Gefälle der Grabensohle mindestens $^1/_{800}$ betragen.

(§. 184.) Der Anlauf der Grabenufer muss dem natürlichen Böschungswinkel des betreffenden Erdreichs entsprechen. Gestattet es die Oertlichkeit und werden die Kosten nicht dadurch vermehrt, so soll der Anlauf nach Innen $1 : 1^1/_2$, nach Aussen $1 : 1$ mindestens betragen, sofern nicht besondere Bodenarten eine steilere Böschung zulassen. Flachere Böschungen sind nothwendig für Gräben von starkem Längengefälle, welche zur Abführung des Wassers dienen.

(§. 185.) Haben Seitengräben nur den Zweck der Begränzung, so dürfen die obigen Maasse für Breite, Tiefe und Längengefälle den Umständen nach eingeschränkt werden, namentlich wenn Fahren oder Viehtreiben durch die Gräben unvermeidlich ist.

(§. 186.) Liegen die Seitengräben in starkem Gefälle, ist das Erdreich steril, trocken oder sonst unzuverlässig, so ist eine künstliche Befestigung, je nach der Stärke der Angriffe des Wassers, des Windes, der Verwitterung etc. durch folgende Maassregeln herzustellen:

1) Besaamung der Grabenufer;
2) Bekleidung derselben mit fruchtbarer Dammerde und Besaamung;
3) Einlegung von Rasenstreifen durch die bekleidete und besaamte Grabenfläche in entsprechenden Abständen von mehren Ruthen bis zu 8 Fuss;
4) Belegung der Grabensohle und des anschliessenden Fusses beider Ufer, nach Umständen auch der Kronenkante mit Rasen oder Plaggen; letzteres z. B. dann, wenn der Boden derartig ist, dass das frei über die Kronenkante fliessende Wasser letztere leicht beschädigt und wenn Soden billig zu haben sind;
5) Bekleidung der ganzen Grabenfläche mit Rasen oder Plaggen;
6) Einschüttung von Steingerölle oder Steinschlag in den Graben;
7) muldenförmige Pflasterung der Grabensohle, event. der ganzen Grabenfläche, entweder:
   a. mit plattgelegten Steinen, oder
   b. hochkantig mit Pflastersteinen, oder
   c. hochkantig mit grösseren lagerhaften, in gutem Verband, im Querschnitt normal zur Muldencurve, dicht neben einander gestellten Bruchsteinen, unter Einbringung von gehackten Queckenwurzeln in die dicht ausgestopften Fugen, behuf Bildung einer Grasdecke;
8) bei ausserordentlich starkem Gefalle die unter 7 c. bezeichnete Pflasterung, mit Befestigung der Seiten der Mulde durch höher zu stellende Bordsteine, unter Anschluss des Terrains (Fig. 126).

Die sub 7 und 8 bezeichneten Pflasterungen sind stets von unten her anzufangen, und, nach oben hin mit der Arbeit fortschreitend, anzulegen.

(§. 187.) Die Anlage von Querzäunen oder Dämmen zur terrassenförmigen Bildung der Grabensohle ist nur unter ganz besonderen Verhältnissen gestattet, weil die trocknen Flechtzäune sehr vergänglich sind, lebendige Zäune aber es schwierig machen, die Grabensohle in der richtigen Tiefe zu halten, solche Zäune auch leicht grosse Unregelmässigkeiten im Wasserlauf und damit Ausrisse in den Strassentheilen veranlassen. Sie erschweren wegen des Ueberfalls oft die Unterhaltung und können bei vorkommendem starken Wasserandrang den Abfluss nachtheilig verzögern. Endlich setzt sich leicht Schnee und Eis in den Zäunen fest.

F. Stellwannen.

(§. 188.) Ausserhalb der Gräben, Böschungen etc. ist eine Stellwanne von 2 Fuss Breite anzulegen.

G. Seitenabfahrten.

a) nach Grundstücken.

(§. 189.) Seitenabfahrten nach Grundstücken sind auf die geringste durch das Bedürfniss gebotene Zahl zu beschränken, und thunlichst so zu legen, dass dieselbe Abfahrt nach mehren Grundstücken benutzt werden kann.

(§. 190.) Durch diese Seitenabfahrten wird in der Regel weder die Kronenkante der Strasse verändert, noch die Bordsteinreihe unterbrochen.

(§. 191.) Wird eine solche Seitenabfahrt ausnahmsweise besteint, und durchschneidet sie dann einen erhöhten Fussweg, so ist dessen Borde eine angemessene Curvation nach der Abfahrt zu geben. — Die Oberfläche der Abfahrt soll in der Regel mindestens in der Mittellinie des Fussweges dem letzteren ohne Absatz sich anschliessen (Fig. 127).

(§. 192.) Auf die Anlage von Parallelwegen ist Bedacht zu nehmen, wenn diese zweckmässiger und billiger ist, als die Anlage von Seitenabfahrten.

b) nach Wegen.

(§. 193.) Seitenabfahrten nach Wegen sind zu bestimmen:
1) wenn die einlaufenden Wege besteint sind,
2) wenn zu erwarten ist, dass die Fuhrwerke von den einlaufenden Wegen fetten Boden in schädlicher Weise auf die Strasse bringen werden.

Durchschneiden Abfahrten den Fussweg, so sind sie nach Bedürfniss zu befestigen; (mit Steinschlag oder Pflaster).

(§. 194.) Die Verbindung mit einlaufenden unbesteinten Wegen ist durch entsprechende Curvation des Planums, die Verbindung mit besteinten Wegen durch entsprechende Curvation des Planums und der Steinbahn herzustellen. Letzteren Falles gehen die Bordsteine der Steinbahn nicht durch, sondern schliessen sich den Bordsteinen des einfallenden Weges an. Ueber die Abrundung ist Bestimmtes nicht anzugeben. Die Localität, die Art der Fuhrwerke, die Breite der Strasse so wie des Abfuhrweges, kommen dabei in Berücksichtigung.

c) gemeinschaftliche Vorschriften.

(§. 195.) Der Abfluss des Wassers darf durch Seitenabfahrten weder auf der Kronenfläche der Strasse, noch in den Seitengräben gehemmt werden. In den Seitenabfahrten ist der Abfluss mittelst Durchlässe (Fig. 128), in geeigneten Fällen mittelst flacher Mulden herzustellen (Fig. 129).

II. Wasserleitungen von einer Seite der Strasse zur anderen.

(§. 196.) Wasserleitungen von einer Seite der Strasse zur andern werden:
entweder über die Oberfläche der Krone durch Mulden,
oder unter der Oberfläche durch Brücken und Durchlässe,
oder in offener Durchschneidung der Bahn vermittelt (Fähren).

a) Mulden.

Bei Thalstrassen ist es erwünscht, die Krone 1 bis 2 Fuss über höchstes Wasser des Inundationsgebiets zu legen und entsprechend Brückenöffnungen anzuordnen. In manchen Fällen ist dies zu kostbar oder nicht zulässig, weshalb man dann die Strasse nur wenig oder gar nicht über das Maifeld erhöht, und bei einem Flussübergang nur diesen überbrückt, dann mit Rampen zu beiden Seiten der Brücke auf Höhe des Maifeldes zurückgeht, und entweder die Strasse ganz überströmen lässt, oder etwas höher bleibt und wenn es genügt, nur an einzelnen im Profil tiefer anzuordnenden Stellen. „Mulden," welche befestigt werden müssen, das Hochwasser durchströmen lässt. Ausnahmsweise ist zuweilen die oben erwähnte Erhöhung des Strassendammes gestattet, wenn nachtheilige Aufstauung nicht bewirkt und der Damm selbst durch Ueberströmung nicht gefährdet wird. Auch bei Gebirgsstrassen hat man oft die Wahl zwischen Ueberführung des Bachs mittelst Mulde oder Unterdurchführung mittelst Brücke, je nach den zulässigen Kosten. Eine Mulde legt man in manchen Fällen an, wo eine Brücke oder ein Durchlass durch das von oben über die Strasse kommende Gerölle oft verstopft werden würde (Fig. 131).

(§. 197.) Bei grösseren Mulden oder Ueberläufen ist die Steinbahn in der Regel aus Steinschlag, wenn jedoch eine besonders starke Strömung stattfindet, aus gutem Reihenpflaster herzustellen.

(§. 198.) Bei solchen Mulden oder Ueberläufen ist an der Thalseite stets ein erhöhter Fussweg, in gleicher Horizontale mit dem Rücken der Steinbahn anzulegen und an der Steinbahnseite mit einem erhöhten Bordsteine einzufassen (wegen ruhigen Wassers und um Abspülen zu hindern). Doppelte Bordsteinreihe mit guter Fugendeckung an der Seite stromab zu empfehlen. Der Sommerweg bedarf der Befestigung nicht, weil er durch die gewölbte Steinbahn und den erhöhten Fussweg geschützt wird (Fig. 132). Die untere Kante (stromab) der Strasse ist mit Erd- oder Korbweiden zu bepflanzen (gegen Abspülung).

(§. 199.) Kleinere Mulden sind möglichst zu vermeiden — (Belästigung der Passage, Auffrieren im Winter) — wo sie unentbehrlich rechtwinklig durch die Strasse,

flache ($^1/_{12}$) Neigung und in der Quere der Strasse eine horizontale Sohle (von mindestens 2 Fuss Breite in der Längenrichtung der Strasse.)

(§. 200.) Die Sohle kleinerer Mulden ist stets aus Pflaster herzustellen (weil sonst bei Unterhaltung leicht verschwindet). Die Seitenneigungen der Mulden können auf Steinschlagbahnen auch aus Steinschlag gebildet werden.

(§. 201.) Die Sohle der grösseren Mulden soll in der Längenrichtung der Strasse eine ausgerundete Form erhalten, damit das Wasser schliesslich, wenn Hochwasser vorüber, an einer Stelle zusammen laufe; die Seitenneigungen in eben dieser Richtung möglichst flach und ausserhalb geschlossener Orte mindestens $^1/_{12}$, (in geschlossenen Orten stärkere Neigung).

b) Brücken und Durchlässe.

Ueber Bauart grösserer Brücken im Brückenbau. Hier ist nur von den gewöhnlich beim Chausseebau vorkommenden Brücken die Rede.

(§. 203.) Feststellung der Höhe und Durchlassweite nach hydrotechnischen Gründen. Vergl. Brückenbau.

(§. 204). Vorsetzen, Pfeiler oder Joche der Brücke sollen dem freien Wasserdurchfluss die geringsten Hindernisse bieten; parallel mit der örtlichen Richtung des Wasserlaufs anzulegen; bei untergeordneten Wasserläufen ist dies nicht durchaus erforderlich.

(§. 205.) Brückenaxe normal gegen Wasserlauf, daher Strassenstrecke oder Wasserlauf entsprechend zu verlegen, wobei oft zugleich der Vortheil zu erreichen, dass man die Brücke im Trocknen bauen kann.

(§. 206.) Wenn dies Verlegen zu kostbar oder sonst nicht angänglich: schiefe Brücke.

(§. 207.) Höchster Wasserstand bei massiven Brücken mit Halbkreis bis $^1/_3$ der Gewölbhöhe, mit flachen Bogen bis zum Kämpfer, (nicht durchaus erforderlich, wenn bei höchst. Wasser kein Eisgang und wenn Gewölbe aus gutem Material). Bei Brücken mit horizontaler Holzbalkenüberdeckung, höchste Wasser in der Regel 1 Fuss von Balkenunterkante, wenn Sattel vorhanden 6 Zoll von Satteluntерkante. Bei Eisenoberbau: Unterkante Träger mindestens 1 Fuss über höchsten Wasserstand (mindestens 2 Fuss über Wasserstand des starken Eisgangs).

(§. 208.) Brücken und Durchlässe von höchstens 8 Fuss lichter Weite in der Regel durch die ganze Breite der Strasse.

(§. 209.) Breite grösserer Brücken möglichst zu beschränken, in der Regel 18 Fuss zwischen den Geländern (nämlich 12 bis 13 Fuss Steinbahn und 2 Fusswege, oder auch Steinbahn 14 Fuss und 1 Fussweg). Grössere Breite nur zulässig, wenn Verkehr sie erfordert; wenn Verkehr es gestattet und Kosten dadurch erspart, bis zu 13 Fuss zu ermässigen. Bei 18 Fuss können noch zwei breite Wagen sich ausweichen, bei 13 Fuss zwei gewöhnliche Wagen.

(§. 210.) Die Fahrbahnaxe derjenigen Brücken, welche nicht durch die ganze Kronenbreite der Strasse reichen, soll mit der Mittellinie der anschliessenden Steinbahnstrecken zusammenfallen.

(§. 211.) Durch einen Durchlass soll nie, durch eine Brücke ausnahmsweise eine Aenderung im Längenprofil der Strasse veranlasst werden. Geneigte Brückenauffahrten dürfen die grösstzulässige Ansteigung ($^1/_{40}$ Flachland, $^1/_{30}$ Hügelland, $^1/_{24}$ Gebirgsland) nicht übertreffen.

(§. 212) Fundamente so zu legen, dass gegen Versackung, Unterwaschung und Einwirkung des Frosts gesichert. Holzwerk derselben mindestens $1^1/_2$ Fuss unter tiefsten Wasserstand (Grundwasserstand).

(§. 213). Brückenflügel so anzuordnen, dass das Bauwerk selbst, so wie die anschliessenden Ufer- und Strassentheile gesichert werden (Geländer oder Wall mit davor gepflanzten Bäumen) (Fig. 133) und der Durchfluss des Wassers nicht beeinträchtigt wird.

(§. 214.) Brücken und Durchlässe massiv zu erbauen, wenn die für den Massivbau nöthige Höhe zu erreichen ist und die Kosten des Neubaues und der Unterhaltung die Kosten einer zulässigen anderen Bauart nicht übersteigen.

Hölzerne Brücken und Bohlwerke (je nachdem exponirt) dauern 25 bis 30 Jahr. Jährliche Unterhaltung etwa $2^1/_2$ %, Amortisation 4 bis $3^1/_3$ %. Massive Brücken

75 bis 100 Jahr; jährliche Unterhaltung 1 bis 1½ Procent, Amortisation 1½ bis 1 Procent. Letztere Kosten in beiden Fällen mit 4% zu Capital zu schlagen und Vergleichung der Gesammtkosten[1]). Eiserne Brücken, Dauer noch nicht bekannt. Präpariren der hölzernen Brücken. Festigkeit des präparirten Holzes. (§. 215) Fehlt die Höhe für ganz massives Bauwerk, so sind nur Vorsetzungen und Pfeiler massiv zu bauen, Oberbau in der Regel von Holz. Statt massiver Pfeiler: Holzjoche, wenn billiger und Durchflussöffnung nicht beengt werden darf.

(§. 216.) Ist massiver Oberbau, oder einfach construirter Holzoberbau nicht anwendbar, so wird ein Eisenoberbau auf den massiven Unterbau gelegt. Namentlich nothwendig, wenn grössere Weiten zu überbrücken, oder Pfeiler kostbar.

(§. 247.) Hölzer zweckentsprechend zu bearbeiten und zu verbinden. Zutritt der Luft befördern, Nässe abhalten, Deckbretter gleich lang mit Balken, alle Holzverbindungen auf Wasser-Ablauf einrichten, lothrechtes Verbolzen der Hölzer möglichst umgehen. Getheertes Papier, einfache Profile vor Hirn, um Aufreissen zu vermeiden, Ueberschneidungen nur im oberen Holz; äussere Balken leiden am meisten durch Schlagregen und Sonnenschein. (§. 249.) Anstrich der Hölzer bis zu Austrocknung aussetzen, wenigstens die untere, von Fahrbahn abgewandte Seite vorläufig frei lassen. Präpariren des Holzes [2])

(§. 217.) Ketten und Drahtbrücken sind nur in besonderen Fällen stattnehmig. (§. 218.) Brücken sind ganz von Holz zu bauen, wenn dadurch nachhaltige Ersparung erreicht wird und Holzbau genügende Sicherheit gewährt.

(§. 219.) Durchlässe sind in der Regel, entweder:

1) ganz von Platten oder plattenartigen Steinen, (Fig. 134),

2) mit Wangenmauern und Plattenüberdeckung, oder mit Ueberwölbung, (Fig. 135) oder

3) mit kreisförmigem oder ovalem Querschnitt herzustellen.

(§. 220.) Ein Plattendurchlass erhält nach der abzuführenden Wassermenge eine, oder mehre Oeffnungen. Jede Oeffnung darf höchstens 3 Fuss lichte Weite und 4 Fuss Höhe haben (6 — 8 zöll. Platten). Die Mittelwand gekuppelter Durchlässe muss mindestens 8 Zoll stark sein. (Fig. 134), (§. 221.) Durchlässe aus Wangenmauern mit Platten überdeckt, können bei zuverlässiger Tragfähigkeit der Decksteine in einer lichten Weite von 6 Fuss ausgeführt werden; (12 zöll. Platte).

(§. 222.) Kreisförmige Durchlässe erhalten eine lichte Weite von höchstens 2 Fuss, ovale Durchlässe eine lichte Weite von höchstens 2½ Fuss. (1 Stein stark.)

(§. 123.) Zwischen der Oberfläche der Decke der in §. 219 bezeichneten Durchlässe und dem tiefsten Punkt der Steinbahnunterkante, soll eine Erd- oder Sandschicht von mindestens 3 Zoll Stärke bei Steinschlagbahn, und 6 Zoll bei Pflaster, gebracht werden. Wo diese Höhe nicht zu erreichen, kann die Sandschicht unter dem Pflaster auf 3 Zoll ermässigt werden. — §. 224. Für Durchlässe bis zu 150 □Zoll Querschnitt im Lichten, sind gute Thonröhren oder Drains zulässig. Weite der einzelnen Röhren nicht unter 4 Zoll Durchmesser, auch darf kein Durchlass aus mehr, als 3 Röhrenzügen bestehen. §. 225. Der höchste Punkt dieser Röhrendurchlässe soll 3 Fuss unter der Kronenkante liegen, ausnahmsweise bis 1½ Fuss zu beschränken, wenn die Röhren in dieser Lage gegen Beschädigung, namentlich durch Frost, sicher sind.

(§. 226.) Durchlässe können auch von eisernen Röhren hergestellt werden, wenn dies mit Rücksicht auf dem Kostenaufwand zulässig ist.

(§. 227.) Hölzerne Durchlässe sind stattnehmig 1) wo sie stets unter Wasser liegen, 2) in Moor und Dargboden. (§. 228.) Ist für Anlegung eines Durchlasses ausreichende Höhe nicht zu gewinnen, so ist eine bedeckte Gosse anzulegen. Die Deckenoberfläche dieser Gossen muss in der Fläche der Strasse liegen.

---

1) F. A. Eytelwein: Anleitung zur Ermittlung der Dauer und Unterhaltungskosten der Gebäude etc. Berlin 1831.

H. Wolff. Technische Entwicklung der Grundsätze zur Abschätzung von Stadtgebäuden etc. Berlin Reimarus. 1849.

Ingenieur Taschenbuch, von der Hütte, dritte Auflage pag. 574.

Beckers Brückenbau. Anhang.

2) Söhlke. Chausseebrücken in Holzbau. Notizblatt Band I, 1851—52.

(§. 229.) Die innere Wölbung massiver Brücken soll eine Kreislinie bilden, Pfeiler derselben in der Regel nicht weniger als $^1/_8$, ausnahmweise $^1/_{12}$ der Spannweite. Bei genügender Höhe Halbkreis.

(§. 230.) Rücken und Winkel der Brückengewölbe, sind in ihrer ganzen Ausdehnung, die obere Fläche der Widerlager so weit nöthig, wasserdicht abzudecken, gewöhnlich mit zwei platt gelegten Backsteinschichten, darüber Asphalt in zwei Lagen à $^1/_4$ Zoll stark; kein Thon darüber, sondern durchlässiges Material. Das von zwei benachbarten Gewölbehälften auf der Mitte des Pfeilers zusammenfliessende Wasser ist durch einen Sammelcanal abzuleiten.

(§. 231.) Die Materialien sollen nach Widerstandsfähigkeit und Dauerhaftigkeit dem Zwecke ihrer Verwendung entsprechen.

(§. 233.) Bei Festellung der Dimensionen von Brücken, ist die permanente Last (Eigenlast), und die vorübergehende (mobile, fremde,) Belastung zu ermitteln.

(§. 234.) Bei Ermittlung der Eigenlast, sind folgende Gewichte pro. Cubfuss. anzunehmen, in Zollpfunden:

1) Schmiedeisen	385
2) Gusseisen	360
3) Quader:	
a) aus Granit	135
b) Kalkstein	130
c) Sandstein	120
4) für Mauerwerk:	
a) Bruchsteine	110—120
b) Ziegelsteine	80
5) für den Körper einer Steinpflasterbahn ohne deren Unterhaltung:	
a) aus behauenen, natürl. Steinen	120
b) aus Klinkern	105
6) für Sandbettung	90
7) für Erdschüttung	80
8) den Körper einer Steinschlagbahn	100
9) Eichenholz	40
10) Nadelholz	30

(§. 235.) Als vorübergehende Last sind: entweder für jeden Quadratfuss der zwischen den Geländern liegenden Brückenbahn, unter gewöhnlichen Verhältnissen 50 Pfund, unter besonderen Verhältnissen 65 Pfund, oder: ein auf der Mitte der Spannweite ruhender Druck von 140 Centnern (Chausseewalze mit Bespannung) zu rechnen, und stets die stärkste dieser beiden Belastungen anzunehmen (Menschengedränge $^1/_2$ Mann pr. □Fuss).

(§. 236.) Für den sicheren Wiederstand solcher Hölzer mit rechteckigem Querschnitt, welche mit ihren Enden frei aufliegen und in der Mitte mit Q Pfunden belastet sind — daher bei gleichförmig vertheilter Last die Hälfte als in der Mitte wirksam anzunehmen ist — ist zu setzen

$$Q = {}^2/_3 \frac{pbh^2}{l};$$

worin p den Festigkeitscoefficienten pro Quadratzoll in Pfunden, h die Höhe, b die Breite und l die Länge des Balkens, auf welcher er frei liegt, Alles in Zollen, bedeuten. Für Eichenholz ist $p = 700$ ℔, für Tannenholz $p = 500$ ℔ gesetzt, (mit Rücksicht auf die Dauer; in vielen Fällen ist $p = 800$ ℔, oder etwa 10fache Sicherheit gegen Bruch bei beiden Holzarten zulässig), und man erhält für:

$$\text{Eichenholz 1) } Q = 466 \frac{bh^2}{l}$$

$$\text{Tannenholz 2) } Q = 333 \frac{bh^2}{l};$$

für runde Hölzer, wenn d der Durchmesser in Zollen ist:

$$Q = 0{,}393 \frac{pd^3}{l}, \text{ also}$$

$$\text{für Eichenholz 3) } Q = \frac{275\, d^3}{l}$$

$$\text{Tannenholz 4) } Q = \frac{200\, d^3}{l};$$

Selbstredend ist in Q die halbe Eigenlast und halbe mobile Last pro Balken, oder statt letzterer der entsprechende Antheil eines Balkens am ganzen Gewicht der erwähnten Chausseewalze enthalten.

(§. 237.) Für die Tragfähigkeit der Balken, welche über dem Jochholme (Tragpfeiler zusammenstossen und an beiden Enden mit Sätteln verkämmt oder verschränkt sind (Fig. 136), ist zu setzen, für

$$\text{Eichenholz 5)}\quad Q = 700\,\frac{bh^2}{l},$$

$$\text{Tannenholz 6)}\quad Q = 500\,\frac{bh^2}{l};$$

und für Rundhölzer

$$\text{Eichenholz 7)}\quad Q = 412\,\frac{d^3}{l},$$

$$\text{Tannenholz 8)}\quad Q = 300\,\frac{d^3}{l};$$

dabei soll aber das Sattelholz die gehörige Stärke, wenigstens gleich der des Balkens (meistens 12 bis 14 Zoll) haben, und an jeder Seite nicht über 7 Fuss, wenigstens aber $^1/_4$ der Weite in die Lichtöffnung hineinreichen, oder freien Ueberstand haben. Die Balken legt man gewöhnlich $2^1/_2$ Fuss bis $3^1/_2$ Fuss von Mitte zu Mitte und macht sie etwa 12 bis 14 Zoll hoch. Aus Rundholz einstämmig geschnitten, hat ein kantiges Holz die grösste Tragkraft, wenn sich die Höhe zur Breite wie $\sqrt{2} : \sqrt{1}$ oder nahe wie 7 : 5 verhält (Fig. 137). Die geringste Durchbiegung (oder ein Maximum für $\frac{bh^3}{12}$), wenn man dies Verhältniss wie $\sqrt{3} : \sqrt{1}$, oder nahe wie 7 : 4 macht[1]) (Fig. 138). Man pflegt mit einfachen Balken bis 20 Fuss Lichtweite, mit Balken und Sattelhölzern bis 30 Fuss zu gehen. Bei verzahnten, verdübbelten oder verschränkten Trägern nimmt man nur $^3/_4$ der oben angegebenen Coefficienten. Bei grösseren Weiten wendet man Sprengwerke, doppelte Sprengwerke etc. an. Hierüber finden sich Dimensionen von Eisenbahnbrücken, welche, wenn man die Binder $3^1/_2$ Fuss von Mitte zu Mitte legt und die Hölzer etwa 15 Procent in den Stärkedimensionen schwächer macht, auch für Chausseebrücken passen, in der Zeitschrift des Arch.- u. Ing.-Vereins f. d. Königr. Hannover. Bd. VII. Hft. 3. 1861. von Göring.

Ist bei den Endöffnungen, wo man auf den Widerlagern ein Sattelholz nicht anbringt, der Balken also nur an einem Ende mit dem Sattel verbunden, so ist entweder bei gleicher Balkenstärke mit denen der Mittelöffnungen, die Endöffnung um die Länge eines Sattelarms ($^1/_4\,l$) zu verengen, oder wenn die Weite l bleiben soll, ist der Balken entsprechend zu verstärken, und nach den Formeln 1 bis 4, als auf $^3/_4\,l$ freiliegend, zu berechnen. Man erhält dann für die Balken dieser Oeffnung, z. B. für:

$$\text{Eichenholz 1a)}\quad Q = 621\,\frac{bh^2}{l},$$

$$\text{Tannenholz 2a)}\quad Q = 444\,\frac{bh^2}{l}\quad \text{u. s. w.}$$

Diese Formeln sind nur annähernd richtig, für die Praxis aber genügend. Runde Hölzer sind, wenn mit fäulnisswidrigen Substanzen imprägnirt, zu empfehlen und sind in den vorstehenden, der Theorie entnommenen Formeln etwas zu ungünstig berechnet, da sie, weil das Beschneiden den Zusammenhang der äussersten Fasern, am meisten bei nicht immer gerade gewachsenen Hölzern (Eichenholz) unterbricht, aus diesem Grunde im Vortheil sind. Dagegen fault bei nicht präparirten Hölzern der Splint leicht.

---

1) Weisbach, Ingenieurmechanik I. Theil, 4. Aufl. pag. 401 etc.

Beispiel der Berechnung einer Balkenbrücke.

Die etwa 1817—1820 erbaute, ganz hölzerne Brücke über die Este in der Harburg-Celler Chaussee, hinter Welle, hatte 5 eichene, $^{9}/_{10}$ Zoll starke Balken bei 20 F. lichter Weite. Die Sattelhölzer waren so gut wie wirkungslos, da in Folge der vielfältigen Durchbiegungen der Balken, etwa 1 Zoll weite Fugen zwischen Sattel und Balken vorhanden waren. Sie hat bis 1859 ausgedauert, doch sind in den letzten 5 Jahren hinhältliche Unterstützungen der Balken vorgenommen. Breite 16 Fuss und 4 Zoll starke Bebohlung, ursprünglich Spurbohlen, später Klotzpflaster-Fahrbahn mit hölzernem Geländer. Demnach kommen folgende Belastungen vor:

1) Todte Last oder Eigenlast der Brücke: 5 . 20 = 100′ Balken, à $^{90}_{144}$ Cub.-F. = ... 62,5 Cub.-F.
16 . 20 = 320 □F. 4zöll. Bohlen . . . . . 106,66 „
320 □F. Klotzpflasterung, incl. Schwellen, durchschnittlich 8″ stark . . . . . 213,33 „
40 laufende Fuss Geländer, etwa à $^{1}/_{2}$ Cub.-F. . . 20,00 „
402,49 Cub.-F.

setze 403 Cub.-F. à 40 Pfd. = 16120 Pfd.

2) Mobile Last, hat schon über 65 Pfd. pr. □F. betragen, also 65 . 16 . 20 = ... 20800 Pfd.

Zusammen 36920 Pfd. Belastung.

Jeder Balken hatte also gleichmässig vertheilt zu tragen $\frac{36920}{5}$ = 7384 Pfd., oder die halbe Last in der Mitte: 3692 Pfd., bringt dieselbe Inanspruchnahme hervor.

Nach der Formel $Q = 466\,\frac{bh^3}{l}$ könnte er nur mit gehöriger Sicherheit tragen:

$$\frac{466 . 9 . 100}{20 . 12} = 1747 \text{ Pfd.}$$

und nimmt man die Breite gleich der Höhe, so hätte man die Stärke der Balken

$$h^3 = \frac{Ql}{466},$$

$$h = \sqrt[3]{\frac{Ql}{466}} = \sqrt[3]{\frac{3692 . 240}{466}}$$

$$\sqrt[3]{1901} = 12{,}38 \text{ Zoll im Quadrat.}$$

Hiernach geben die Formeln der Instruction sehr reichliche Stärken.

Gebräuchliche Dimensionen von Balkenbrücken (Fig. 140). *a* Durchzug $^{7}/_{8}$″ □, alle 6—8′ zu legen, über Balkendeckbohlen auszuschneiden; *b*. Brückenbohlen $^{4}{}_{8}$″, mit $^{1}/_{2}$—$^{3}/_{4}$″ Fugen, über der Balkenkammer geschlossene Bohlen, 12—18″ breit; *c*. Spurbohlen $^{3}{}_{12}$″, geschlossen gelegt; *d*. Balkendeckbohle 3″ hoch, an jeder Seite $1^{1}/_{2}$″ Ueberstand über die Balken; *e*. Knaggen zur Auflage für Deckbohle, an den Enden $^{3}/_{3}$″ □; *f*. Schutzbrett für Ortbalken 2″ stark; *g*. Knaggen zur Befestigung derselben; *h*. Balken $^{10}{}_{14}$″, oben abgedacht; *i*. Sattelhölzer $^{10}/_{14}$″; *k*. Holm $^{14}{}_{14}$″; *l*. Pfähle $^{14}/_{14}$″, bei 6 Pfählen die beiden mittlern lothrecht, die anderen mit $^{1}{}_{24}$, resp. $^{1}/_{12}$ Neigung; *m*. Schwert oder Kreuzgurte $^{6}/_{8}$″ und 2″ mit den Pfählen überschnitten, ovale Bolzenlöcher wegen Setzen des Oberbaues; *n*. Schutzbrett für das überstehende Holmende, 3″ stark; *o*. Knaggen 2″ □ stark; *p*. Geländerständer $^{6}{}_{6}$″ □, in die Durchzüge einzulassen, Zapfenloch schräg zu ächseln und zur Ableitung des Wassers durchzubohren; *q*. Rahmholz $^{6}/_{6}$″ □, wenn statt der Spurbohlen ein Steinschlag, Theerconcret oder Asphaltbahn genommen wird; *r*. Steinschlag; *s*. Mauerlatte $^{6}/_{6}$″; *t*. Ufermauer; *u*. zwei Reihen behauene Pflastersteine; *v*. Balkenkammer 4″ weit; *w*. und *x*. Hinterband und Radstoss (letzterer bleibt besser fort). Bei B und C Durchzüge, mindestens um 1 Zoll in der Oberkante höher, als die

Spurbohlen, um die Rahmhölzer damit überschneiden zu können und auch um Verschieben der Steinbahn auf den Bohlen zu verhüten.

(Fig. 141.) Construction für hölzerne Brücken mit Trottoir, welches über die Fahrbahn zu erhöhen ist. Lässt man die Trottoirbohlen die Geländersäulen umfassen, so befestigt dies den Stand der letzteren; die übrigen Trottoirbohlen können kürzer sein.

(Fig. 142.) Construction, wobei die Hinterbänder vermieden werden. Die Geländersäulen gehen zwischen den doppelten (zangenförmigen) Durchzügen durch, treten stumpf auf die Deckbohle, wo sie allenfalls mit einem Winkeleisen befestigt werden können, und greifen mit einer Lasche an dem Balken hinunter.

Uebrigens ist bei Brücken Holz an der Oberfläche der Fahrbahn nur, so weit unvermeidlich, zu verwenden und die Brückenbahnen sind so einzurichten, dass sie leicht abtrocknen und das Wasser genügend und sicher abgeleitet wird.

(§. 238.) Im Allgemeinen ist (abgesehen von Gewölben) von der Zerdrückungsfestigkeit: bei Quadern $^1/_{10}$ — $^1/_{15}$, bei Mauerwerk $^1/_{20}$ — $^1/_{30}$, bei Holz $^1/_{10}$ (800 ℔), bei Eisen $^1/_6$ (7—8000 ℔), zu rechnen. Doch sind die Umstände, ob die Construction von kurzer oder langer Dauer, ob ruhende oder bewegte Last vorkommt u. s. w., in jedem einzelnen Falle sorgfältig zu erwägen, und ausser der Festigkeit kommen, je nach der Verwendung, die übrigen Eigenschaften jeder Materialsorte in Frage.

(§. 239.) Gewölbe (Fig. 142a.). Bei gleichem Material zulässiger Druck pro Flächeneinheit um so grösser, je stärker das Gewölbe ist (50 — 100 ℔ pr. □Zoll). Bezeichnen, Alles in Fussen: W die Spannweite, f Höhe im Lichten oder Pfeil des Gewölbes, $\frac{f}{W} = {}^1/n$ das Verhältniss des Pfeils zur Weite, so ist für Bögen von beliebigem Pfeil, für Quader, die Stärke im Scheitel, bei einer Ueberschüttung bis zu 5 Fuss über den Extrados:

$$d = {}^3/_4 + \frac{W}{12}\,(0{,}3 + 0{,}04\,n) \text{ Fuss};$$

Bei grossen Gewölben von etwa 40 Fuss Weite an, tritt eine nach den Kämpfern hin in Absätzen zunehmende Verstärkung ein, damit der Druck auf die Bruchfuge, (bei Halbkreis bis 120° Gewölben, 60° vom Scheitel, bei flacheren die Kämpferfuge,) nicht über das $\frac{20 - d}{10}$ fache des Drucks im Scheitel betrage.

2) Bei Ueberschüttungen h, bis zu 50 Fuss, und bis zu 30 Fuss weiten Gewölben, gilt für Gewölbstärke die Formel:

$$d_1 = d\,(1 + \frac{h}{36});$$

wobei das Gewölbe bis zum Kämpfer gleich stark bleiben kann. Unter den Dossirungen wird, weil h sich verringert, die Gewölbstärke (in den Extrados in treppenförmigen Absätzen) schwächer. (Fig. 142b.)

Ist allgemein d irgend eine für Quader berechnete Gewölbstärke sub 1 u. 2, so erhält man die für feste Backsteine zu nehmende Stärke:

$$b = d\,\left(1 - \frac{4 - d}{6}\right);$$

weshalb also bei Gewölbstärken über 4 Fuss, Backsteingewölbe nicht stärker als Quadergewölbe zu sein brauchen. Bruchsteingewölbe nach Beschaffenheit des Materials und der mehr oder weniger quaderartigen Bearbeitung, meistens zwischen der Stärke der Quader- und Backsteingewölbe.

3) Ist H die Höhe des Widerlagers vom Kämpfer bis zum ersten Fundamentabsatz, so ist die Widerlagsstärke für Gewölbe bis 5 Fuss Ueberschüttung, für Eisenbahnbrücken:

$$e = \sqrt{W\,(1{,}065 + 0{,}177\,(n - 2) + 0{,}033\,H)} + \frac{W}{30},$$

welche Formel für Halbkreisbögen wird:

$$e = \sqrt{W}\,(1{,}065 + 0{,}033\,H) + \frac{W}{30}.$$

Bei Widerlagern, die bei Hochwasser tief eintauchen, giebt man wenigstens $^1/_{10}$ der gefundenen Stärke zu. Bei Wegebrücken kann das letzte Glied $\frac{W}{30}$ wegfallen. Die Widerlagsstärke soll bei den Gewölben sub 3 nicht unter 0,28 der Höhe vom ersten Fundamentabsatz bis zum Scheitel der Extrados sein. (Futtermauer). Widerlager mit gegen die Häupter rechtwinkeligen Flügeln können etwas schwächer sein, da die obigen Formeln die Stabilität der Flügel nicht berücksichtigen.

4) Für Halbkreisgewölbe bis zu 30 Fuss Weite, von 5 Fuss Ueberschüttung an, wobei Ueberschüttungen über 40 Fuss nur für 40 Fuss gerechnet zu werden brauchen, ist eine Verstärkung $= 0{,}005\,h\,W$ der Stärke e zuzusetzen, und zwar unter den Dammdossirungen in Absätzen nach der sich vermindernden Höhe, (eben so, wie das Gewölbe), entsprechend schwächer werdend.

Allgemeine Bemerkungen. Alle Gewölbe, deren Stärke nach den obigen Formeln bestimmt, (wenigstens von über 15 Fuss Weite) sind vor dem Ausrüsten stets zu hintermauern. Die Hintermauerung soll wenigstens an der Hinterfläche der Widerlager um $^1/_2' + {}^1/_{30}\,W$ über der Horizontalen durch den Schnittpunkt a der Bruchfuge mit den Extrados beginnen und tangential daran verlaufen (Fig. 143). Es empfiehlt sich, der hinteren Ebene des Widerlagers eine Neigung zu geben, um die Basis zu verbreitern und die Stabilität des Widerlagers ohne Mehrkosten zu vergrössern (Fig. 143 und 144); doch ist bei Brücken ohne hohe Ueberschüttung nicht unter eine Widerlagsstärke am Kämpfer, von 3 bis 4 mal der für Quader berechneten Gewölbstärke im Scheitel, zu gehen. Bei hohen Erdüberschüttungen sind bei kleineren Gewölben durchgehende Fundamente, bei grösseren Sohlenbögen anzuordnen. Bei flachen Gewölben über 10 Fuss Weite empfiehlt es sich, stets genügend hohe Kämpferquader anzuordnen, um ein Gleiten auf der Kämpferfuge zu verhindern[1]), und bei hoch überschütteten Gewölben tief eingreifende Kämpferquader, um den Druck auf das Widerlager möglichst zu vertheilen. Die Vermehrung der Stabilität durch die Flügel ist nicht in Betracht gezogen, daher grössere Brücken mit Parallelflügeln schwächere Widerlager, als nach der Formel, erhalten können.

Stärke der Pfeiler. Am Kämpfer im Allgemeinen 1 Fuss + der doppelten Gewölbstärke; bei hohen Pfeilern, starkem Eisgang etc. jedoch stärker. Mit $^1/_{24}$—$^1/_{36}$ zu dossiren. Gewöhnlich schwankt der Druck pr. □Zoll zwischen 70 — 100 ℔. — Bei hölzernen und eisernen Brücken, Dicke der Pfeiler am Auflager etwa 3 Fuss + $^1/_{10}$ der ganzen Pfeilerhöhe. $^1/_{24}$ Dossirung. Ausgeführte Beispiele. — Specielles im Brückenbau.

Beispiele zur Berechnung einer massiven Wege-Brücke. (Fig. 143.)

1) Brücke 10 Fuss weit mit $^1/_3$ Pfeil; $H = 10$ Fuss;

$$d = {}^3/_4 + {}^{10}/_{12}\,(0{,}3 + 0{,}04\,.\,3) = 1{,}1 \text{ Fuss} = 13{,}2 \text{ Zoll}.$$

$$e = \sqrt{10}\,(1{,}065 + 0{,}177 + 0{,}033\,.\,10) = 3{,}162\,.\,1{,}572 = 4{,}97, \text{ setze } 5 \text{ Fuss}.$$

2) Halbkreisbogen, 8 Fuss weit, unter einem 72 Fuss hohen Damme, $H =$ 5 Fuss. (Fig. 144.)

$$d = {}^3/_4 + {}^8/_{12}\,(0{,}3 + 0{,}08) = 1{,}003,$$

$$d_1 = 1{,}003\,(1 + {}^{72}/_{36}) = 3{,}009, \text{ setze } 3 \text{ Fuss};$$

$$e = \sqrt{8}\,(1{,}065 + 0{,}165) + 0{,}005\,.\,40\,.\,8 = 3{,}48 + 1{,}60 = 5{,}08\,\text{F.}, \text{ setze } 5\,\text{F.}$$

---

1) Der Reibungscoefficient kann bei frischem Mauerwerk bis 0,5 herabgehen, bei etwas erhärtetem Mörtel zu 0,75 und bei rauhem Bruchsteinmauerwerk zu 1 angenommen werden.

I. Futter- und Stützmauern.

(§. 258.) Nur dann anzulegen, wenn sie durch die Nothwendigkeit, oder durch Rücksicht auf Kostenersparniss geboten sind.

(§. 259.) Beschaffenheit des Bodens und des verfügbaren Mauermaterials zu berücksichtigen.

(§. 260.) Futtermauern ohne Ueberdruck folgende Regel: Von der Länge der Hypothenuse *ab* eines rechtwinkligen Dreiecks, dessen lothrechte Kathete *bc* gleich ist der Höhe der Mauer über dem Fundamente, dessen Basis *ac* gleich der dieser Höhe entsprechenden Ausladung der natürlichen Erdböschung, (Fig 145) soll die obere Mauerdicke betragen, bei hinten lothrechten Mauern:

$^1/_5$ bis $^1/_6$, wenn Stirnseite der Mauer lothrecht,
$^1/_6$ bis $^1/_7$, wenn Vorderseite bis $^1/_{12}$ Anlauf,
$^1/_7$ bis $^1/_8$, wenn $^1/_{12}$ bis $^1/_8$ Anlauf,
$^1/_8$ bis $^1/_9$, wenn $^1/_8$ bis $^1/_6$ Anlauf.

Obere Mauerdicke nicht unter 2 Fuss. Böschungswinkel φ sehr unbestimmt zwischen 20—50°. Stampfen der Hinterfüllung.

Mittlere Stärke der Mauer bis zu $^1/_2$ der Höhe, wenn Zusammenhang der gestützten Erde durch Nässe aufgehoben werden kann. In Felsen mit Hinterseite der Mauer nicht einbinden.

Nach Belidor die obere Dicke einer mit $^1/_8$ geböschten Futtermauer, hinten vertikal, $d = (0{,}267 - 0{,}00103\,H)\,H$.

Nach Schwarz: Wenn $\varphi = 30°$ angenommen, und Reibungscoefficient zwischen der Mauer und der Erde, worauf sie steht, $= {}^2/_3$, so erhält man für Mauer mit vertikaler Vorder- und Hinterfläche, wenn H die Mauerhöhe, h die Höhe der Hinterfüllung über der Mauerkrone, welche mit der natürlichen Böschung abfällt, einerlei, wo der Fuss der Böschung auf der Mauerkrone sich befindet, folgende Tabelle[1]). (Fig. 146.)

Werthe von h.	Stärke der Mauer unter Voraussetzung der Stabilität gegen		Wirklich nöthige Stärke.
	Drehung	Gleiten	
$h = 0$	$^1/_3\,H$	$^1/_4\,H$	$^1/_3\,H$
$h = \frac{H}{4}$	0,39 H	0,35 H	0,39 H
$h = \frac{H}{2}$	0,42 H	0,40 H	0,42 H
$h = H$	0,45 H	0,46 H	0,46 H
$h = 2H$	0,47 H	0,50 H	0,50 H
$h = \infty$	0,50 H	0,562 H	0,562 H.

Wenn die Mauern mit $^1/_n$ geböscht werden, vermindert sich der Coefficient der 4ten Verticalcolumne um $\frac{0{,}36}{n}$, indessen müssen Mauern, wobei die Stabilität gegen das Gleiten, also nur ihr Gewicht in Frage kommt, auch wenn sie geböscht sind, gleichen Querschnitt in Quadratfussen behalten. Z. B. vertikale Mauern, ohne Ueberschüttung, von 30 Fuss Höhe $= {}^1/_3 . 30 = 10$ Fuss stark; wenn $^1/_{12}$ geböscht $(0{,}33 - \frac{0{,}36}{12}) . 30 = 0{,}3 . 30 = 9$ Fuss, also unten 10,25, oben 7,75 Fuss stark. Dieselbe Höhe mit 30 Fuss Erdüberhöhung, erfordert $0{,}46 . 30 = 13{,}8$ Fuss und wenn $^1/_{12}$ geböscht, unten 15,05, oben 12,55 Fuss. Gekrümmte Mauern: Stärke $= {}^1/_5\,H$, Halbmesser $= 2\,H$, Mittelpunkt in Horizontale der Mauerkrone (Fig. 147).

Fuss der Mauer genügend tief, wenn es angeht, normal gegen die Böschung der Vorderfläche, ebenso die Fugen. Hinterseite wo möglich vertikal, sonst viele und

1) Erddrucktheorie und Futtermauerndicke von Rühlmann. Notizblatt. Band II. $18^{52}/_{53}$.

kleine Abtreppungen; für Wasserabfluss sorgen. Mit Thon hinterstampfen nicht erforderlich, besser durchlässiges Material hinter der Mauer.

Brückenflügelmauern erhalten $^1/_3$ ihrer Höhe an der betreffenden Stelle der Dossirung zur mittlern Stärke, divergiren, im Grundriss gesehen, zweckmässig $^1/_3$ ihrer Länge, in der Flucht des Widerlagers gemessen, und werden überhaupt wie Futtermauern behandelt.

Trockenmauern im Allgemeinen $^5/_4$ bis $1^1/_2$ der Stärke der in Mörtel hergestellten; oft mit starkem Anlauf als Revetement. Empirische Regel: Obere Stärke 3 Fuss, an der Vorderseite $^1/_5$ bis $^1/_6$ Dossirung, an der Rückseite Abtreppungen von je 3 Fuss Höhe und $^3/_4$ Fuss Stärke.

Angegebene Dimensionen genügen auch bei mässigen Erschütterungen hinter der Mauer. Bei starken Erschütterungen nach Umständen zuzusetzen. Besondere Anordnungen von Futtermauern: Im Eisenbahnbau.

Richtiger Verband des Mauerwerks, Bruchsteine nicht auf den Spalt; Verstärkungen durch Klammern und Dübbel.

K. Befriedigungen.

Dienen zur Sicherheit der Passage und sind besonders an Stellen, wo hohe Dämme oder Anschnitte, hohe Ufer vorhanden, anzubringen. Lebendige Befriedigungen durch Hecken, Büsche und Bäume, sind die nachhaltig billigsten.

Hecken, im Frühjahr oder Herbst angelegt, von Weissdorn, Weissbüchen, Schwarz- oder Schlehdorn; auf schlechtem Boden: Birken und Haseln. Pflänzlinge klein, (jährig), gesund, kräftig, frisch gerodet und eigends gezogen. 1 Fuss tiefe, 9″ breite Grube, 1 bis $1^1/_2$ Fuss von Kronenkante; 40 — 50 Pflanzen pr. lfde Ruthe. Auch wohl mehre, und kreuzförmig gepflanzt.[1]) Zum Schutz der Hecken oft Schluchterwerk.

(§. 267.) Sind lebendige Befriedigungen nicht anzuwenden, z. B. auf steinigen Böschungen, auf unfruchtbarem Boden, an sehr steilen Hängen, wo sie keinen genügenden Schutz gewähren, so werden nach den jeweiligen örtlichen und finanziellen Verhältnissen die Befriedigungen hergestellt:

1) durch kegelförmige Schlammhaufen, 2 bis $3^1/_2$ Fuss hoch, deren Umfang sich nach der Höhe und der Beschaffenheit des Schlammes richtet. Entfernung der Haufen 8—16 Fuss, in Curven enger als auf geraden Strecken;

2) durch Haufen von Soden, welche, wenn ein Mal bewachsen, sich ziemlich gut halten.

3) durch in Lehm oder Strassenschlamm aufgemauerte Steinhaufen, von etwa 2 Fuss Breite und Höhe, bei 6—8 Fuss Länge; nach Umständen in kleineren (6—8′), oder in grösseren Abständen (8—20′) anzubringen; die Stärke der Ansteigung und Krümmung der Strasse, überhaupt die Gefährlichkeit der betreffenden Stelle ist für die Entfernung maassgebend. Auch wendet man wohl mit Bogenöffnungen durchbrochene Mauern (Fig. 148) an, welche Ersparung an Material gewähren, und den Luftdurchzug und Wasserabzug nicht behindern; zur Lehre zum Aufmauern der Bögen dienen abgerundete Schlammhaufen;

4) durch einzelne Poteaux, (Prellsteine), welche 1 bis $1^1/_2$ Fuss von der Kronenkante, in Entfernungen von 6 bis 20 Fuss stehen. Sie werden einfach bearbeitet, stehen 2 bis $2^1/_2$ Fuss tief in der Erde und haben über der Erde etwa 3 bis 4 Fuss Höhe, und etwa einen Fuss im Quadrat Stärke. Wo der Basalt in passenden Säulen vorkommt, z. B. am Rhein, dienen diese zur Befriedigung.

5) Poteaux durch Helme, oder Eisenstangen, beziehungsweise durch Riegel verbunden; (Fig. 149).

6) durch eiserne Geländer;

7) durch durchbrochene oder volle Mauern;

8) hölzerne Befriedigungen sind für vorübergehende Zwecke, sonst nur ausnahmsweise anzuwenden.[2]) (Fig. 150)

9) Brüstungen bei Futtermauern. (Fig. 151).

---

1) Journal für Baukunst, von Crelle. 16. Band 3. Heft, 1848. Schmidt, vom Landwegebau, über Anpflanzungen. Der lebende Weissdorn-Spalier-Zaun, von Georg Edlen von Schenk.

2) Die Wegepolizeigesetze geben Vorschriften, welche ebenfalls die Sicherheit des Verkehrs bezwecken. Z. B. Bienenkörbe nicht innerhalb 20° von der Chaussee aufzustellen, keine bissigen Kettenhunde in der Nähe, nicht Wäsche unmittelbar neben Chaussee aufhängen; Vogel- und Schei-

L. Baumpflanzungen.[1])

Zweck: in dunklen Nächten, bei hohem Schnee, wenn Gräben verweht sind, bei hohem Wasser etc., die Richtung anzugeben, und Schutz zu gewähren, daher stets an der inneren Grabenkante. Zugleich Zierde, und Schutz gegen zu starkes Austrocknen der Strasse.

(§. 269.) Obstbäume gewähren einen Ertrag und sind zu pflanzen, wo deren Fortkommen nach der Bodenbeschaffenheit und den klimatischen Zuständen gesichert und wo, (abgesehen von der Umgebung der Erheberhäuser, wo der Erheber die Bewachung mit besorgen kann) die Bepflanzung einer Strassenstrecke von mindestens 200° Länge möglich ist; (weil bei zu kurzen Strecken, die Bewachungskosten mit dem Ertrage in keinem richtigen Verhältnisse stehen.)

(§. 270.) Für Obstbäume eignet sich Boden von Klai, Lehm, lehmigem Sand, leichtem Thon, nicht zu sterilem Kalk, Mergel oder Keuper, mit geschützter Lage, in welchem das Grundwasser nur bis 3, höchstens 2½ Fuss unter der Oberfläche aufsteigt.

Kirschen und Zwetschen gedeihen auch auf sehr trockenem, steinigen Kalk- und Mergelboden, erstere aus Waldwildlingen, die an der Krone zu veredeln. Zwetschen tragen auf freiem Standort selten, leicht kernfaul oder abständig und von kurzer Dauer.

Wallnussbäume, an Standorten, wo die Vegetation spät eintritt.

Birnbäume nur auf tiefem, warmgrundigen Boden zu ziehen.

Apfelbäume sind in der Regel, Kirschen nur in der Nähe von Orten, Birnen nur ausnahmsweise auf besonders geeignetem Boden, Wallnuss und Zwetschen in seltenen Fällen zu pflanzen. (Wallnussbäume werden nicht vom Wild angefressen; Zwetschen gedeihen meistens nur im geschützten Stande). Bei Auswahl der Sorten auf aufstrebenden Wuchs, vortheilhafte Verwerthung und klimatische Verhältnisse zu sehen, gleichzeitig reifende Sorten möglichst zusammen zu stellen; Obstbäume in der Regel im Frühjahr zu pflanzen, (damit während des Sommers fortschreiten und im Winter besser widerstehen,) sonst im Herbst zu pflanzen.

(§. 271.) Obstbäume in der Regel zu beiden Seiten der Strasse, 1 bis 1½ Fuss von der Kronenkante, kleeblattartig einander gegenüber, in der Längenrichtung der Strasse 2 Ruthen von einander entfernt zu pflanzen. Wallnussbäume 3 Ruthen entfernt, Zwetschen 1 Ruthe.

(§. 275.) Baumgruben, wenn zur Verbesserung des Bodens dies nöthig, im Herbst vor der Pflanzung 4—8 Fuss im Quadrat und 2—3 Fuss tief auszuheben und so auszufüllen, dass obere Erde auf den Grund der Grube kommt. Steriler Aushub mit Grabenerde, guter Dammerde, Abraum vom Sommerweg oder den Banketts zu mischen, oder dadurch zu ersetzen.[2])

(§. 276.) Baumstangen von Nadelholz, 12′ lang, oben mindestens 2″ stark. Zu schälen, abzuspitzen, bis 6″ über der Erde ein Ende anzuflammen.

(§. 277—279.) Die zu pflanzenden Stämme gesund, gut bewurzelt, gerade, 6½ bis 8 Fuss hoch, angemessen verjüngt, unter Krone mindestens ¾″ stark, in den Baumschulen mit Schonung der Wurzeln auszuheben, sortenweise zusammenzubinden, zu bezeichnen, und die Wurzeln leicht mit Erde zu bedecken. Beim Transport sind Wurzeln gegen Frost und austrocknende Winde zu schützen und am Bestimmungsorte sofort einzuschlagen.

(§. 280—283.) Im Frühjahr, sobald Nachtfröste aufhören und Erde trocken und locker, mit Pflanzung zu beginnen. Stangen in vorgeschriebener Linie so einzutreiben, dass sie vor dem Winde, in der Regel westlich von den Bäumen stehen.

---

beschiessen nicht in der Nähe, desgl nicht Flachs rotten, trocknen und boken, Strassenkoth abladen bis auf 10° Entfernung verboten, Vieh abdecken bis 30° Entfernung. Sicherheit bei Pulver-Transporten, Windmühlen nicht näher als 50° bei einer neu erbauten Strasse anzulegen, Wasserräder an der Strasse mit Schirm oder Dach bedecken. Rechts ausweichen, — den Posten ausweichen. — Langsam vorfahrender Wagen muss dem rascher fahrenden ausweichen, u. s. w.

1) Anleitung zur Bepflanzung der Chausseen mit Obstbäumen vom Wegbaum. Söhlke in Osnabrück, Notizbl. Band III. 1853—54. pag. 35.

Ueber Obstbaumzucht an Chausseen und öffentlichen Wegen, besonders über Baumschulen-Anlagen, von Söhlke, Zeitschrift, Band III. 1857, pag. 48.

2) Meistens genügt es, an der Kante des Sommerwegs einen Baum um den andern durch Prellsteine zu schützen. In der Regel liegt jedoch auf dem Sommerwege zwischen den Bäumen Abraum, Erde und Unterhaltungsmaterial, wodurch oft ein hinreichender Schutz gewährt wird, so dass man Prellsteine zu setzen möglichst vermeidet.

Pflanzlöcher in Baumgruben 1½ Fuss Durchmesser und 1 Fuss tief, sonst 2½ Fuss Durchmesser und 2 Fuss tief auszuheben. Wurzelkronen vor Einpflanzen zu beschneiden. Pfahl- und kreuzende Wurzeln wegzunehmen, beschädigte zu kürzen.

(§. 284.) Bäume 1 bis 2 Zoll von Stangen entfernt einzusetzen, Wurzeln radial auszubreiten, bis Oberkante Wurzelkrone, unter leichtem, vorsichtigen Aufziehen mit lockerer Erde zu bedecken, aber nicht durch Antreten zu befestigen

(§. 285.) Oberkante der Wurzelkrone mit der Bodenfläche in gleicher Höhe. Bäume daher so weit überhöht zu setzen, wie muthmasslich sich senken werden.

(§. 286.) Gepflanzte Stämme durch langsames Eingiessen einzuschlämmen.

(§. 287.) Stangen dürfen mit Gastheer angestrichen werden, Bäume sorgfältig vor Beschmutzen mit Gastheer zu bewahren.

(§. 288—292.) Bäume vorläufig lose mit einer Bindeweide gebunden, welche am Stamm um die Sackung überhöht liegt. Wenn Baum vollständig gesenkt, wird er mit mindestens 3 Bändern in gleichen Abständen vom Boden auf, an der Stange befestigt. Band besteht aus einer Bindeweide, die mit ausgeschüttetem und angefeuchtetem Langstroh zusammengedreht ist, in der Regel nicht über ½ Zoll im Durchmesser. Bänder zwischen Stange und Stamm gekreuzt, Schürzen alle dieselbe, vom Baum abgewandte Richtung, und gleich lang abgeschnitten, Fläche der Baumgrube zu ebnen; Baumscheibe durch Erdrand zu bilden, bei anhaltender Dürre die im Triebe zurückbleibenden Bäume zu begiessen.

Waldbäume.

(§. 293.) Waldbäume zu pflanzen, wo die für Obstbäume erforderlichen Bedingungen nicht vorliegen. Sie bilden, ehe sie die Krone ausbreiten, mehr oder weniger lange Stämme.

(§. 294.) Innerhalb der Orte und zunächst vor denselben: Linden, Ulmen und Kastanien; auf thonigem, fettlehmigen und Kalkboden: Ahorn, Eschen, Linden, Kastanien, Eichen, Buchen.

Auf gleichem, aber melirten, trocknen Boden: Birken, Vogelbeeren, Linden, Ahorn, Ulmen, Kastanien.

Auf lehmigem, besseren Sandboden: Birken, Vogelbeeren und canadische Pappeln; Schwarzpappeln in etwas feuchter Lage, besonders in Inundationsfeldern, Holz werthvoll und zu Utensilien gesucht. Italienische Pappel nicht so nutzbar. [1])

Auf Moorboden: Erlen, Eschen, Birken, Vogelbeeren, vorzugsweise zu pflanzen.

(§. 295—297.) Waldbäume sind nach den Umständen entweder rechtwinklig einander gegenüber [2]), oder in kleeblattartigem Verband ½ bis 1½ Fuss von Kronenkante zu setzen, in zwei Ruthen Entfernung. Für einzelne Baumarten (alle Baumarten, welche nicht des Bestreben haben, sich stark seitwärts auszudehnen z. B. Pappeln, einige Birnbaumarten, allenfalls auch Eschen etc), ist geringere Entfernung bis zu einer Ruthe zulässig. Pflänzlinge sollen hinreichende Höhe und Stärke haben, gut bewurzelt sein, um sich von vornherein oder doch in kurzer Zeit ohne Stange halten zu können. Wichtige Regel: Baum wieder in natürliche Lage bringen, nicht zu tief, Wurzelkrone in die Fläche des Bodens. Für einzubringende Setzlinge, (ohne Wurzeln), sind ihrer Stärke entsprechende Oeffnungen in hinreichender Tiefe herzustellen, (z. B. Pappeln und Weiden sind zu vervielfältigen durch abzuhauende Zweige, die man einfach in die Erde steckt, welche Pflänzlinge man Setzlinge nennt.)

M. Buschpflanzungen.

(§. 298—300.) Buschpflanzungen sind anzulegen:

1) wo die, namentlich hoch liegende, Bahn gegen häufige und starke

---

1) Pappeln werden oft durch übermässige Ausbreitung der Wurzeln, den anstossenden Grundstücken, Gärten etc. unbequem, besonders gilt dies von der italienischen Pappel.

2) Meistens setzt man die Bäume rechtwinklig einander gegenüber, bepflanzt man aber z. B. Fusswege mit zwei Reihen Bäumen, so setzt man die Bäume kleeblattartig, weil sie sich dann am wenigsten einander in der Ausbreitung hindern.

Winde zu schützen ist, besonders unter jener Voraussetzung in öden und sandigen Gegenden und neben Klinkerbahnen;

2) an den Böschungen des Planums bis zur oberen Kante, zur Sicherung und Befestigung derselben und der Bermen;

3) Strassenstrecken, welche Schneewehen ausgesetzt sind, dürfen nur an einer Seite mit Busch bepflanzt werden.

Zu Buschpflanzungen vorzugsweise Holzarten zu wählen, welche zum Schlagholzbetriebe sich eignen, z. B. Birken, Ellern, Weiden[1]), Haselnuss, Zwergeiche, Schlehen, Weiss- und Schwarzdorn, auch Buchen.

N. Nummer- und Meilensteine.

Eintheilung des Weges durch äusserlich sichtbare und verständliche Zeichen in Meilen à 1587½ Ruthen, und in aliquote Theile derselben, zur Erleichterung des technischen Bau- und Unterhaltungsbetriebes und der Controle, im Interesse der Postverwaltung und des reisenden Publikums.

Anfangspunkte der Längentheilung in Hauptorten durch Fixpunkte (grössere bis auf Fahrbahnoberfläche einzusenkende Steine) zu bezeichnen. Bei abzweigenden Nebenwegen, Anfangspunkt des Hauptweges der Zählung zu Grunde gelegt; die Meile in 1/100 Theile zerlegt und je nach Bedeutung des Weges in zwei oder bis zu 8 Hundertel bezeichnet. z. B. 0,02; 0,04; .. 0,98; 1,00; oder 0,08; 0,16; .. 0,96; 1,00[1]). Zählung in der Richtung fortschreitend, welche der officiellen Chaussee-Benennung entspricht. Zahlen und Buchstaben vertieft einzuhauen und mit schwarzer Oelfarbe anzustreichen. In der Regel Nummer- und Meilensteine an die Sommerwegsseite, 3 bis 4 Zoll mit Aussenseite von der Kronenkante entfernt; zuweilen setzt man sie auch wohl etwas vortretend, damit sie Schutz für die Bäume gewähren. In den Orten können die Abtheilungszeichen wegbleiben. (Fig. 152.)

O. Wegweiser.

An den Punkten, wo sich Wege theilen, aufzustellen. Nach den verschiedenen Richtungen mit Armen versehen, welche an jeder Seite die Namen der nächsten grösseren Orte und deren Entfernung, in Meilen und bis zu 1/8, von dem Standpunkte ergeben. Namen mit schwarzer Farbe auf weissem Grunde. Auch durchsichtige oder erhabene Buchstaben an gusseisernen Armen. (Fig. 153.)

P. Grenzsteine.

Grenzen der Strassen mit Steinen zu bezeichnen, welche mit der äusseren Seite genau an die Grenze zu setzen, falls mit Anliegern nicht ein Anderes vereinbart. Stellwanne wird mit eingegrenzt. (Fig. 154.)

Q. Gebäude.

Unter besonderen Umständen, wenn passende Miethwohnungen zu angemessenen Preisen nicht zu haben, für Weggelderheber oder Wegewärter. Daran Tarife für Weggeld, Plakate etc. (Fig. 155).

R. Barrièren.

Ruhe- und Schlagpfosten in der Regel aus einem haltbaren Quader. Eichenholz nur, wenn der Pfosten der Beschädigung durch Fuhrwerk besonders ausgesetzt ist (z. B. bei stehenden Schlagbäumen). Schlagbäume aus trocknem, in der Regel einstämmigem Eichen- oder anderem harten Holz. Schlagbäume aus Nadelholz bleiben rund, nicht zu viel von äusseren Jahrringen weggearbeitet, unten 7 Zoll, oben 4 Zoll stark. Bolzen, um welche sich Schlagbaum auf Stützpfosten dreht, an der

---

1) Zu Bäumen an Chausseen haben Weiden ein schlechtes Aussehen.

2) Auf den Hannoverschen Chausseen stehen nach Verfügung vom 28. Oct. 1850 die Nummersteine in 20 Ruthen Entfernung.

unteren Seite des Baums. Kette zum Schliessen: Panzerkette, in der Regel am langen Hebelarm befestigt. Vorrichtung zum Oeffnen und Schliessen, möglichst leicht und geräuschlos zu handhaben. Belastung des kurzen Hebelarms in der Regel durch Quader. Holzwerk der Barrière nicht vor Ablauf eines Monats nach Herstellung, mit Oelfarbe zu streichen. An jedem Holz ein Längenstreifen von $^1/_6$ des Umfangs nicht mit Farbe zu decken, beim Schlagbaum an der unteren, bei anderem Holze an von der Strasse abgewandter Seite. Bei Erneuerung des Anstrichs auch diesen Streifen zu decken.

Anordnung der Schlagbäume. Hat Wegehaus Vorbau, so setzt man wohl Ruhepfosten an das Haus, (Fig. 156) bei *a* und Schlagpfosten an die andere Seite bei *c*. Die Kette zum Aufziehen greift an dem kurzen Ende an, daher die Bewegung des Schlagbaums rasch ist. Wenn kein Vorbau vorhanden, würde der Ruhepfosten zu weit vom Hause entfernt stehen müssen, und deshalb das Fuhrwerk nicht nahe genug vor das Haus fahren können.

Aufrecht stehende Schlagbäume, welche zwischen zwei Pfosten hängen (Fig. 157). Unten ist der Schlagbaum mit einem Kasten versehen, in dem sich die Belastung befindet, oder auch mit einem Quaderstück. Die Kette zum Aufziehen greift unten an; dabei ist nicht zu vermeiden, dass die Zugkette ungünstig, unter spitzem Winkel angreift, weshalb die Bewegung meistens beschwerlicher, als bei der vorigen Einrichtung. Gebräuchlich neben der erstgenannten ist die Einrichtung, wo der Ruhepfosten vom Hause abgekehrt steht (Fig. 158); *a* Ruhepfosten, *b* Schlagbaum 6—7″ breit, 7—8″ hoch, oben verjüngt 3—4″ breit, 4—5″ hoch; *c* Belastung; *d* Schlagpfosten; *e* Kette; *f* Walze mit Sperrrad und Kurbel.

Bei steinernem Schlag- und Ruhepfosten macht man die Armirung auch wohl von Gusseisen. (Fig. 159.)

S. Sonstige Anlagen zur Bequemlichkeit der Reisenden.

Brunnen und Tränken. In Gebirgen und hügeligem Terrain, nahe Quellen aufgefangen, als Laufbrunnen an die Strasse, Tröge zum Tränken des Viehs. In der Ebene: Ziehbrunnen mit Tränktrögen. In längeren Steigen: Ruhen, worauf Fussgänger ihre Lasten setzen und dabei ausruhen können, Bänke. Schirmdächer in öden Gegenden zum Schutz gegen Witterung. (Fig. 160.)

T. Anschläge und Ausführung[1]).

Anschläge dienen als Anleitung für Ausführung und Rechnungswesen; deutlich, klar und in bündiger Kürze Alles enthaltend, was hierauf Bezug hat. Im Vorbericht wesentliche Verhältnisse der Oertlichkeit und Hauptbestandtheile des Bauwerks, wie Zubehörungen, beschrieben. Sorgfältig das wahre Bedürfniss, wie vortheilhafteste Bezugsquellen ermitteln und Bedarf an Material und Arbeit, wie Baarkosten zuverlässig angeben.

Einheitsmaassen für Material: Kasten à 16 Cub.-F., Schachtruthe à 256 Cub.-F., Faden à 1024 Cub.-F. = (64 Kasten).

(§. 331.) Für Baurisse und sonstige Zeichnungen folgende Maassstäbe: 1) Brücken unter 100 Fuss Weite, Durchlässe, Ufer- und Stützmauern: $^1/_{120}$ natürl. Grösse. 2) Brücken von 100 bis 200 Fuss, zu Grund- und Aufrissen: $^1/_{144}$, Specialzeichnungen von Joch- oder Bogenweiten: $^1/_{72}$. 3) Für grössere Brücken: kleinerer Maassstab. 4) Für Grundrisse, Balkenlagen, Front- und Giebelfaçaden und Durchschnitte von Gebäuden: $^1/_{100}$. 5) Zeichnungen von Geräthen, Werkzeugen, Barrièren und ähnlichen Vorrichtungen: $^1/_{18}$ natürl. Grösse. 6) Zeichnungen einzelner Gegenstände von Gebäuden, Brücken etc.; $^1/_{12}$.

In jeder Brückenzeichnung anzugeben: die Sohle des alten Wasserlaufs, und neben dem Durchschnitt der Widerlager oder Pfeiler, in einer Scala, mit eingeschriebenen Höhenzahlen: Resultate der Bodenuntersuchung, niedrigster, mittler und höchster bisheriger Wasserstand, auch höchster, nach Ausführung des Brückenbaus zu erwartender Wasserstand. Wichtigen Maassen einzuschreiben. Maassstab: Verhältniss zur natürlichen Grösse anzugeben.

---

1) Siehe die Vorschriften über Anfertigung von Anschlägen in Hannover im Anhange II u. III.

Ausführung. Planmässig, solide und mit möglichster Kostenersparung. Richtige Benutzung der Zeit und angemessene Folge und Eintheilung der Arbeiten. Ausführung in der passendsten Jahreszeit. Bei Brückenbauten die günstigsten Wasserstände zu benutzen. Maurerarbeiten nur im Nothfall bei Frost, unter Anwendung geeigneter Maassregeln etc.

(§. 319.) Folgendes noch bei der Ausführung zu berücksichtigen:

1) Auf der festgestellten Linie sind die Kronenkanten und Böschungen des Planums sofort für die ganze in Angriff zu nehmende Strecke durch Profilpfähle zu bezeichnen. Bei tieferen An- und Einschnitten werden die Profile erst im Verlauf der Arbeit gesetzt.

2) Für die nothwendigen Geräthe, die Ausführung der Erdarbeiten und Gewinnung des Steinmaterials ist rechtzeitig zu sorgen.

3) Interimspassagen und Materialzufuhrwege sind herzustellen, beziehungsweise auszubessern.

4) Brückenbauten sind thunlichst zu fördern; können sie nicht gleichzeitig mit dem Planum vollendet werden, so ist für Material- und sonstige Fuhren nöthigenfalls eine Interimspassage herzustellen.

5) Für Anfuhr der Steine sind thunlichst die Zeiten zu benutzen, in welchen ländliches Fuhrwerk für andere Arbeiten weniger in Anspruch genommen ist. Die Steine sind aber jedenfalls so zeitig herbeizuschaffen, dass der Bau der Steinbahn nicht dadurch verzögert wird.

6) Muss das hergestellte Planum für den Fuhrverkehr benutzt werden, so ist das Material so zu lagern, dass Hinderung des Verkehrs thunlichst vermieden wird. Bei Anlegung von Steinschlag- und Grandbahnen ist daher in der Regel das Gestein für Borde und Grundbau auf dem Sommerwegsraume, das Gestein für den Oberbau auf dem Bankettraume abzulagern.

7) Das auf jeder Längenruthe der Strasse zu verbauende Material für Grund- und Oberbau ist, soweit die Oertlichkeit nicht entgegensteht, neben dieser Längenabtheilung aufzuruthen. Bordsteine sind in Quantitäten von einem bis drei Kasten zu lagern.

8) Die Zerkleinerung des Materials ist so rasch zu betreiben, dass dadurch keine Verzögerung im Bau veranlasst wird.

9) Die für ein Baujahr zu bauende Planumsstrecke ist (vorbehältlich der Nachregelung), einschliesslich der Böschungen, Bermen und Gräben, so weit möglich, vor Eintritt des Winters herzustellen. Die Grabenziehung kann jedoch, so weit sie nicht zur Wasserleitung oder Dammbildung erforderlich ist, einstweilen ausgesetzt werden.

10) Wird der Bau eines Weges in mehren aufeinanderfolgenden Jahren ausgeführt, so ist die Steinbahn stets auf solchen Planumsstrecken herzustellen, welche im vorhergehenden Winter vollendet gelegen haben. In diesem Falle ist der Bau der Steinbahn im Frühjahre auszuführen.

11) Ist die Steinbahn vollendet, so werden die Gräben, so weit dies noch nöthig, ausgehoben und nebst Böschungen, Bermen, Sommerweg und Bankett normal geregelt; Bekleidung und Besaamung der Böschungen ist in der Regel im Herbste vorzunehmen.

12) Jeder Bau soll anschlagsmässig und planmässig vollendet zur Ausführung kommen.

13) Die Steinbahnen sind von den Hauptverkehrspunkten ab im Zusammenhange, nicht sporadisch, auf den einzelnen Abtheilungen anzulegen und für den Verkehr vollständig, Steinschlag oder Grandbahn also gewalzt, herzurichten. Sind in besonderen Fällen, behuf etwaiger Brückenbauten, oder aus andern unabweislichen Gründen, in einer sonst fertigen Steinbahn Lücken zu lassen, so dürfen solche, wenn auch noch so kurz, dem zu eröffnenden Verkehr nicht hinderlich sein. Sie sind daher provisorisch durch Holz oder Steinmaterial, dieses gehörig consolidirt, auszufüllen.

U. Anlagekosten von Chausseen.

Eine Meile königl. und Departementsstrassen in Frankreich 30000—32000 *ℱ*. Nach Buhot kostete der Neubau von zehn verschiedenen 8—10 Meter breiten Strassen (27,36 — 34,2 Fuss) pr. geogr. Meile:

	Im Maximo.	Im Minimo.	Im Mittel.
Erdarbeiten . .	14460 ℔	1720 ℔	4820 ℔
Steinkörper . .	10980 „	3100 „	6700 „
Kunstbauten . .	15220 „	—	1120 „

In Preussen 10 Zoll stark macadamisirt: 30000 ℔ pr. Meile. — Amerika 8000 ℔. — Kiel-Altona-Chaussee 57000 ℔. — Hannover 20000 ℔ bis 80000 ℔ (letztere Summe unten im Lande, wo Mangel an Material). Durchschnittlich $^1/_5$ der Anlagekosten einer Eisenbahn.

Unterhaltung nach Lemasson, in Frankreich 1 Meile königl. Strasse jährlich 966 ℔, davon für Material 34 Proc.; Zerschlagen desselben 15 Proc.; Wegwärter und Tagesarbeiter 44 Proc.; Kunstarbeiten 7 Proc.

Nach Berthault Ducreux: französische macadamisirte Strassen pr. Meile:

Königliche Strassen	900—1070 ℔,
Departements Strasse	355— 533 „
Communal-Strassen	133— 222 „

Italienisches Hochland, sehr gute Strassen, 888 ℔. — Schweiz (Waadt) 533 ℔ bis 666 ℔. — Düsseldorfer Regierungsbezirk, westwärts des Rheins 944 ℔; ostwärts, Pflaster- und Kiesstrassen (starke Frequenz und schweres Fuhrwerk) 1033 ℔. — Hessische und Preussische Strassen ($18\frac{9}{10}$) 1100—1200 ℔. — Bairische Strassen 500—900 ℔. — Würtembergische 800 ℔. — Badische 900 ℔.

Unterhaltungskosten nach Frequenz, Art des Neubaus, Lage der Strasse, Beschaffenheit der Materialien, Gewicht und Beschaffenheit der Fuhrwerke, System der Unterhaltung etc. selbstredend sehr verschieden.

Vierter Abschnitt.

Von der Unterhaltung der Strassen[1]).

A. Allgemeines.

Die sämmtlichen Chausseen des Landes Hannover, haben eine Länge von etwa 365 Meilen (1858), wovon etwa 348 Meilen bereits mit Steinbahn versehen sind.

Für die Verbesserung und Unterhaltung dieser besteinten Chausseen und einiger noch unchaussirter Erddämme, sind pro $18^{56}/_{58}$ jährlich ungefähr 330,000 ℔ veranschlagt, in welcher Summe der Geldwerth der Arbeitsleistungen der angestellten 200 Chausseewärter mit enthalten ist.[2]) Die in untenstehender Note angegebenen Verwaltungskosten sind nicht in dieser Summe enthalten.

Auf jede Meile Steinbahn kommen hernach im Durchschnitt jährlich 950 ℔, und zwar repartirt wie folgt:

1)	Gewinnung, Anfuhr und Aufmessung des Unterhaltungsmaterials, etwa	41 %
2)	Handarbeiten und Steinsetzerlohn	42 „
3)	Auf Walzungen	4,2 „
4)	Auf Brücken und Canäle	2,5 „
5)	Auf Unterhaltung eigener Weghäuser	0,7 „
6)	Auf Befriedigungen, Meilen- und Nummersteine	0,4 „
7)	Auf Baumpflanzungen	1,3 „
8)	Auf Geräthschaften	2,0 „
9)	Auf Entschädigungen (für Steinbrüche, Geräthe etc.)	0,5 „
10)	Auf Fähranstalten und Insgemein	5,5 „

---

1) Den Inhalt dieses Abschnitts verdanken wir der Mittheilung einiger noch nicht gedruckten Abhandlungen des Bauraths Bokelberg, welche diesen Gegenstand in interessanter Weise behandeln, und manche neue Gesichtspunkte darbieten.

2) Uebrigens ist das Wärter-Institut im Aussterben begriffen, und werden überall keine Wärter mehr angestellt. Vielmehr treten dafür regelmässig beschäftigte Arbeiter an die Stelle, welche keinen Anspruch auf Pension haben. Auf die Meile kommen 2 bis 6 solcher Arbeiter.

An Angestellten sind vorhanden: 1 technischer Referent im Ministerium, 6 Wegbaumeister, etwa 30 Bauinspectoren, 15 bis 20 Bauconducteurs und Bauführer, etwa 160 Aufseher; auf jeder fertigen Meile 1 Einnehmer. Die höheren Angestellten haben aber auch die Landstrassen-Angelegenheiten mit wahrzunehmen, welche erheblich sind. Die Kosten für die Verwaltung betrugen $18^{57}/_{58}$ (siehe Lodemann, statistische Nachrichten, a. a. O.)

Besoldung und Remuneration der höheren Wegbaubeamten, (bis zum Conducteur incl. abwärts)	26,850 ℔
An sonstigen Bau-Verwaltungskosten, z. B. Reisekosten der höheren Wegbau-Beamten, Besoldung der Chaussee-Aufseher, Vergütung an Chaussee-Bau-Rendanten, Bureaukosten etc.	54,000 ℔
Summa	80,850 ℔

also circa 25% der jährlichen Unterhaltungsbaukosten.

Die Weggeld-Einnahme betrug anschlagssmässig in den Jahren $18^{56}/_{58}$ etwa 180,000 ℔, mithin pro Meile der bestimmten Bahnen etwa 520 ℔.

Dies Verhältniss zwischen der Einnahme und der Unterhaltungslast, würde für die öffentliche Kasse weit günstiger sein, wenn nicht durch die Verbesserung der Strassen die Fuhrleistung der Zugthiere so bedeutend erhöht worden wäre, dass die Zahl der Zugthiere, also auch die Weggeld-Einnahme, für viele Transporte fast auf die Hälfte sich vermindert hätte.[1])

In den 950 ℔ pro Meile, sind indessen erhebliche Ausgaben für den Umbau, und besondere Herstellungs-Ausgaben mit enthalten. Nach Abzug dieser, und der Kosten führ die Fähr-Anstalt auf der Harburg-Hamburger Chaussee, verbleiben an Chaussee-Unterhaltungskosten nur ohngefähr 900 ℔ jährlich, pro Meile von $1587^1/_2$ Ruthen.[2])

Im Herzogthum Braunschweig kostete die jährliche Unterhaltung der Staatsstrassen 1850 pr. Meile 925 ℔.

Im Königreich Preussen wurden 1835 pr. Meile 1100 ℔ neben den Diensten bewilligt, welche aber nicht ausreichten.

Im Jahre 1835 geriethen die 33 Meilen langen Chausseen des Regierungsbezirks Magdeburg, bei 1500 ℔ jährlichen Unterhaltungskosten pro Meile in Verfall, obgleich 1834, 274,000 ℔ und 1835 noch 200,000 ℔ Neubau- Umbau-, und Unterhaltungskosten bewilligt waren.

1837 kosteten 10 Meilen im Inspectionsbezirk Preussisch-Minden zu unterhalten durchschnittlich 1930 ℔ pro Meile, während die Weggeld-Einnahme zwischen 430 bis 1350 ℔ pro Meile betrug.

Das Minimum der Unterhaltungskosten einer Längeneinheit verschiedener Strassen ist sehr verschieden; den nächsten Einfluss auf diesen grossen Unterschied üben hauptsächlich folgende Umstände:

1) die Frequenz der Strasse,

2) die Bauart und das Gewicht des Fuhrwerks. (— Je schlechter die Strasse, je schwerer das Fuhrwerk selbst, je rascher die Abnutzung),

3) die Dauerhaftigkeit und Festigkeit des Besteinungsmaterials,[3]) und

4) der Preis desselben.

In diesen 4 Beziehungen schwankt das Grössenverhältniss oft zwischen 1 und 5, zuweilen noch in weit höherem Maasse.

Von grossem Einfluss sind ferner:

5) die Bauart und Lage der Strasse;

6) die Zahl und Grösse der Zubehörungen;

7) die Beschaffenheit des Bodens, und

8) die Methode des Unterhaltungsverfahrens, so wie der technische Betrieb überhaupt.

---

1) Die Tendenz der Transport-Industrie ist heut zu Tage: schwerer zu laden, schneller zu fahren, als früher, besser gefütterte und kräftige Pferde, die einige Jahre weniger dienen.

Der Verkehr in einem Lande hebt sich durch die Anlage von Chausseen und Verbesserung der Communication überhaupt. Z. B. wurden an den 15 auf der Strasse von Hannover nach Cassel vorhandenen Barrièren an Weggeldern eingenommen in verschiedenen Jahren, wie folgt:

1818	11,590 ℔
1820	13,496 „
1822	16,475 „
1824	18,440 „
1826	20,854 „

Später modificirt der Einfluss der Eisenbahnen derartige Zahlen. Darüber vergl. die folgende Note 2.

2) Vergl. auch statistische Bemerkungen über die Landeschausseen im Königreich Hannover, vom Ober-Regierungs-Rath Lodemann in Hannover. Notizblatt des Arch. u. Ingen.-Vereins für Hann. Band III. 1853—54, pag. 507.

Söhlke, über den Landstrassenbau im Landdrostei-Bezirk Osnabrück. Zeitschrift, Band III. 1857. pag. 475.

3) Die Unterhaltung der Strassen hängt besonders von der Beschaffenheit des Materials ab. — Eine Meile Basaltstrasse erforderte (1836) 16,000—20,000 Cubfuss. Material jährlich, Kalksteine dagegen 80,000—100,000 Cubfuss., und man kann nicht durch grössere Massen das gute Material ersetzen, da bei anhaltendem Regen stets tiefe Gleise entstehen, und die nie aufhörende Besserung dem Fuhrwerk zur grössten Beschwerde gereicht

Der Zusammenwirkung dieser und sonstiger Einflüsse ist es hauptsächlich zuzuschreiben, dass die jährlichen Unterhaltungskosten verschiedener Strassen, streckenweise zwischen 4 ggr und 3½ ₰ pr. laufende Ruthe variiren.[1])

Die Nienburg-Verdener Chaussee kostete 1858 die Meile 250 ₰ zu unterhalten, und die Weggeldeinnahme pr. Hebestelle war 180 ₰, (circa 1 Meile entfernt). Es passirten 1852, täglich 12 leere und beladene pflichtige Wagen, mit 250 Centner Gesammtgewicht.

Hannover-Nenndorfer Chaussee: pro Meile 5000 ₰ zu unterhalten, 4700 ₰ Chausseegeld und täglich 270 Wagen, mit 10,000 Ctr. Gesammtgewicht.

Also Unterhaltung 20 mal, Einnahme 26 mal, Frequenz 40 mal grösser.

Aehnliches auf anderen Strassen, daher ist es schwer, die Unterhaltungskosten stets richtig zu beurtheilen.

Im Allgemeinen gilt bei einer und derselben Chaussee derselbe Satz, wie bei den Eisenbahnen: dass sie um so besser rentirt, je grösser die Frequenz, weil die Abnutzung wegen der Frequenz nur einen Theil der Unterhaltungskosten ausmacht und weil die sonstigen Unterhaltungskosten, die Verwaltungskosten, (event. auch die Verzinsung des Capitals) sich bei grösserer Frequenz mehr vertheilen. Dabei vorausgesetzt, dass das Weggeld mehr einbringt, als die Unterhaltungskosten, die aus der Abnutzung durch die Fuhrwerke entstehen, betragen; oder allgemein: dass die Weggeldeinnahme höher, als die mit der Frequenz wachsenden Unterhaltungs-Kosten, ist.[2])

Die Unterhaltungslast der wenig befahrenen Strassen ist daher relativ am fühlbarsten, weil solche nicht allein durch das Fuhrwerk, sondern auch durch schädliche Witterungseinflüsse angegriffen werden, deren zerstörende Wirkungen von der Frequenz der Strasse unabhängig sind.

Den grössten Einfluss auf den Betrag der Unterhaltungskosten übt die Frequenz auf die Steinschlagbahnen aus, besonders auf solche, die von undauerhaftem und weichem Material gebaut sind, wogegen der Unterhaltungsbedarf der Pflasterbahnen in weit geringerem Maasse durch die Lebhaftigkeit des Verkehrs bestimmt wird. Letztere sind in der Unterhaltung billiger.

Die sorgfältig gewalzten Bahnen bieten gegen die ungewalzten grosse Vorzüge, für den Verkehr wie für die Unterhaltung.

Die macadamisirten Steinschlagbahnen lassen sich besser und billiger unterhalten, als die Steinschlagbahnen mit pflasterartigem Unterbau.

Derselbe Vorzug gebührt dem aus geformten (behauenen) Steinen gebildeten Reihenpflaster, dem Schieb- und Rippenpflaster aus fast rohen Steinen gegenüber.

Unter übrigens gleichen Umständen kosten die breiten Fuss- und Sommerwege mehr, als die schmalen, (weil die der Oberfläche proportionale Einwirkung der Witterung, hier vorzugsweise in Frage kommen kann.)

Den in gehörigem Stande befindlichen Steinbahnen kommt dagegen die grössere Breite bei der Unterhaltung zu Statten, jedoch meistens nur in den en-

---

1) Die Abnutzung der hannoverschen Steinschlagbahnen schwankt, je nach dem Material und der Frequenz, etwa von ¼" bis 4 Zoll.

Nach Becker war im Grossherzogthum Baden bei Fahrbahnbreite von 20' oder 6m im Durchschnitt die Abnutzung jährlich:

		cubf. Bad.	cubmeter.
1) bei gutem Material und starker	Frequenz . . .	15—20	0,4—0,54
mittelmässiger	„	10—15	0,27—0,40
geringer	„	5—10	0,13—0,27
bei mittelmässigem Material und starker	„ . . .	20—25	0,54—0,67
mittelmässiger	„	15—20	0,40—0,54
geringer	„	10—15	0,27—0,40
bei geringem Material und starker	„	25—30	0,67—0,81
mittelmässiger	„	20—25	0,54—0,67
geringer	„	15—20	0,40—0,54

2) Nach dem Hannoverschen Wegegesetz findet durchschnittlich auf jede Meile von 1587½ Calbg. Ruthen eine volle Weggelderhebung statt. ½ Meile bis ¾ werden für eine halbe Meile, ¾ bis 1 für eine ganze Meile gerechnet, doch sollen zur Ausgleichung zwei kurze Strecken nicht an einander stossen. Bei noch nicht auf die ganze Länge besteinten Strassen finden Ermässigungen statt.

geren Grenzen von 10—14 Fuss Breite auf den kleineren und unbelebten, von 14 bis 18 Fuss auf den mittlern, und von 18—22 Fuss auf den grössten und lebhaftesten Strassen, und zwar desshalb, weil bei noch breiteren Strassen die Witterungseinflüsse mehr verzehren, als die Abnutzung, wegen gleichmässigerer Benutzung der breiteren Strasse durch die Fuhrwerke, weniger beträgt.

Ein Uebermaass in der Breite der ganzen Strasse und ihrer einzelnen Bahnen, vertheuert die Unterhaltung. (Vergleiche pag. 60).

Gutes System und rechtzeitige Ausführung sind Hauptsachen. Steigen der Fuhr- und Arbeitspreise bei zunehmendem Wohlstand erschwert das Herabziehen der Unterhaltungskosten.[1])

Gesichtspunkte bei zu erstrebenden Ersparungen in der Unterhaltung: nicht dem Verkehr zum Nachtheil und zur Erschwerniss, weder beim Neubau noch beim Unterhaltungsbetriebe. Hauptsächlich erforderlich:

1) Vollständigkeit des Neubaus: lieber kurz und gut, als lang und schlecht zu bauen. — Geringere Unterhaltungslast, und Publicum zufriedener.

2) Beibehaltung des fahrbaren Normal-Zustandes der Strassen. Oft schlechter Zustand, weil man Chausseen verkommen liess, weil mangelhafte Construction aus der Kindheit des Wegebaus, auch oft Unvollständigkeit des Neubaus. — Gründliche Aushülfe, nicht blos Unterhaltung, sondern Herstellung.

3) Bildung eines eisernen Material-Vorraths; auf solchen Chausseen wenigstens, wo jährlich eine grosse Menge von Steinen verbraucht werden muss. Fuhr- und Arbeitskräfte nicht jeder Zeit zu haben. (Frühjahr: Saat, Herbst: Erndte). Daher oft unzeitige Ausführung der Unterhaltungs-Arbeiten. Desshalb muss man mit der Gewinnung, Anfuhr und Zubereitung des Baumaterials stets voraus sein, um es zur rechten Zeit zur Hand zu haben.

Sonstige Vortheile: Anwendung tüchtiger Arbeiter für jeden Tag im Jahr, zweckmässige Beschäftigung des fixirten Arbeiter-Personals.

Verminderung der Kosten des Materials, und Möglichkeit der jederzeitigen Heranschaffung: durch Chaussirung der Fahrwege nach den wichtigsten Steinbrüchen, und Material-Niederlagen.

4) Richtige Auswahl des Bau-Materials. Auf grössere und geringere Haltbarkeit kommt viel an, (siehe Tabelle und I. im Anhange) und ausserdem Kosten der Anschaffung sehr verschieden. Dasjenige Material am besten, welches nach Verhältniss seiner Haltbarkeit und der Anschaffungskosten den grössten Vortheil gewährt.

Daher:

a) ein sorgfältiges Studium der Eigenschaften etc. des zu verwendenden Materials von grosser Wichtigkeit,

b) Erforschung der geognostischen Verhältnisse in der Umgebung der Strassen des Hügel- und Gebirgslandes, ob mit Erfolg Materialien zu gewinnen.

5) System des Unterhaltungsbetriebes. Nicht genug, das beste Material zu haben, es muss auch richtig, und auf die billigste Weise gebraucht und verwendet werden.

Daher bei Steinschlagbahnen besonders das Ueberdeckungssystem, welches sich bewährt hat, während das veraltete Flickverfahren zur Vertheuerung der Unterhaltung führt.

Vortheil des Ueberdeckungsverfahrens dort am grössten, wo Strassen am meisten abgenutzt werden. 50% an Arbeitslohn gespart, auch mit der Zeit Materialverbrauch geringer.

Deckenbetrieb für Fuhrverkehr auf der Strasse zuträglicher, und sonstige Annehmlichkeiten, daher ihm grösstmögliche Ausdehnung zu geben, und weil Ersatz von vollständiger Walzung der Decke abhängig, so ist:

die Einführung und der richtige Gebrauch der Walzen möglichst zu befördern.

---

1) Die Erhöhung des Weggeldes würde vielleicht die Einnahme vergrössern, obgleich dadurch das Bestreben, die Hebestellen zu umgehen, sich vermehren würde Denn es beträgt im grossen Durchschnitt das Chausseegeld z. B- $^1/_{20}$ der Gesammt-Transportkosten, weesbalb die Transport-Industrie nicht sehr durch erhöhtes Chausseegeld betroffen würde. Verschieden hiervon ist der Fall einer Erhöhung der Eisenbahn-Transportkosten.

6) Unterhaltung der gepflasterten Strassen an den meisten Orten nicht so kostspielig, als die Unterhaltung der Steinschlagbahnen, auf welchen ein weit grösserer Materialverschleiss stattfindet. Das beste Pflaster ist in der Unterhaltung das billigste. Indesser muss meistens eine grössere Frequenz vorhanden sein, um die Zinsen des grösseren Anlagecapitals besser repartiren zu können. Beispielsweise werde ein Fall hier untersucht, ohne dass auf eine solche Rechnung besonderer Werth in allen Fällen zu legen sein dürfte

Es sollen z. B. 100 □Ruthen Pflaster in der Anlage 4000 ℔ kosten. Man weiss aus Erfahrungen bei ähnlich situirten Strassen von verschiedener Frequenz, welche mit diesem Material gepflastert sind, dass z. B. bei einer Frequenz von 250 Pferden (oder einer entsprechenden Zentnerzahl) täglich über diese Strecke, die jährlichen Unterhaltungskosten 100 ℔ betrugen, bei einer anderen Strecke mit täglich 50 Pferden (ebenso belastet) Frequenz, dagegen die jährlichen Unterhaltungskosten 50 ℔ waren. Nennt man f den Antheil an diesen Kosten wegen der Frequenz, und W wegen der Witterung, so hat man

$$\begin{aligned} \text{für 250 Pferde } f + W &= 100 \text{ ℔}, \\ \text{für 50 Pferde } f_1 + W &= 50 \text{ ℔}, \\ \text{hieraus } f - f_1 &= 50 \text{ ℔ für 200 Pferde} \\ \text{also} &= {}^5/_4 . 50 = 62{,}_{25} \text{ ℔ für 250 Pferde} \\ \text{mithin } W &= 100 - f = 100 - 62{,}_{25} = 37{,}_{75} \text{ ℔}. \end{aligned}$$

Ferner sei diese Pflaster-Strecke nach $9{,}_6$ Jahren mit 2000 ℔ Kosten für Arbeitslohn und Zuschuss an Material, wieder in den früheren Stand zu setzen, so kann man annähernd annehmen, dass davon $\frac{37{,}_{75}}{100}$ = etwa $^1/_3$ als Ersatz der Abnutzung und Beschädigung durch Witterung, das Uebrige = $^2/_3$ auf die Frequenz zu rechnen sei. Man hat dann, bei einer Frequenz von Z Pferden, die für die anzulegende Strecke entstehenden jährlichen Kosten, wenn noch das Anlage-Capital mit $4^0{}_0$ zu verzinsen ist:

$$U = \frac{4000 . 4}{100} + 37{,}_{75} + \frac{50 . Z}{200} + \frac{^1/_3 . 2000}{9{,}_6} + \frac{1333}{\left(\frac{9{,}_6 . 250}{Z}\right)},$$

$$\text{oder } U = 267{,}_{19} + 0{,}_{805} Z$$

In ähnlicher Weise sei ermittelt, dass eine Strasse von dem zur Disposition stehenden Steinschlagmaterial, für 100 □Ruthen 1500 ℔ Anlagekosten erfordere, dass bei einer Frequenz von 200 Pferden, (eine durchschnittliche Beladung gleich der auf dem Pflaster voraus gesetzt,) die jährlichen Unterhaltungskosten 200 ℔ betragen, wovon 60 ℔ auf Abnutzung durch Witterung und mit der Frequenz nicht zusammenhängende Ursachen kommen. Ferner sei die Dauer der Decke 4 Jahr, worauf sie incl. der etwaigen Ergänzungen des Unterbaues jedes Mal 1000 ℔ an Arbeitslohn und Material zur Erneurung erfordere. Dann sind die jährlichen Kosten bei einer Frequenz von Z Pferden, ähnlich wie oben:

$$\frac{1500 . 4}{100} + 60 + \frac{140 Z}{200} + \frac{^6/_{20} . 1000}{4} + \frac{700}{\left(\frac{4 . 200}{Z}\right)}$$

$$U_1 = 195 + 1{,}_{575} Z;$$

hiernach findet man, wie gross wenigstens die Frequenz Z sein müsse, bei welcher es aus ökonomischen Gründen vortheilhaft sein würde, falls diese vorzüglich in Frage kämen, Pflaster zu verwenden, wenn man $U = U_1$ setzt; man erhält dann:

$$\begin{aligned} 267{,}_{19} + 0{,}_{805} Z &= 195 + 1{,}_{575} Z, \\ \text{oder } 72{,}_{19} &= 0{,}_{77} Z, \\ \text{und daraus: } Z &= 90 \text{ Pferden, täglich.} \end{aligned}$$

Da die Erneuerungskosten des Pflasters oder der Decke, indessen nur nach einer Anzahl von Jahre und dann auf ein Mal ausgegeben, und nicht jährlich repartirt verwandt werden, so hätte man genauer bei den jährlichen Zuschüssen deren Verzinsung berücksichtigen müssen. Ferner würde für den Fall dass z. B. der Staat

jährliche Gelder zur Unterhaltung und Wiedererneurung von Strassen hergäbe, welche er nicht zu verzinsen braucht, es erlaubt sein, die Verzinsung des Anlagecapitals nicht zu rechnen, wo denn unter den gemachten Voraussetzungen das Pflaster stets im Vortheil bezüglich der Unterhaltung wäre. Weiter noch könnte man aber die Communicationen durch Steinschlagbahnen in kürzerer Zeit mit denselben Geldmitteln auf grössere Längen verbessern. Auch würde man manche Art des Verkehrs, z. B. leichten Verkehr, mit Pflaster verschonen, wogegen wieder der schwere auf gutem Pflaster weniger Widerstand, als auf Steinschlagbahnen erfährt, daher auf das Pferd mehr Ladung kommen würde. Endlich ist noch zu berücksichtigen, dass ein Antheil Erträge des Chausseegeldes unter Umständen von den Unterhaltungskosten abzusetzen sein würde. u. s. w. Man sieht also, dass auf derartige Rechnungen, deren Voraussetzungen auch selten scharf genug sind, gestützte Schlüsse, in jedem speciellen Falle durch sonstige Gründe, ausserdem besonders noch durch locale Verhältnisse u. s. w. modificirt werden, die oft auf die Entscheidung den stärksten Einfluss ausüben u. s. w.

7) Die technische Leitung und Beaufsichtigung der Arbeiten von grosser Wichtigkeit. Daher auf geübte Aufseher, Wärter und Hülfs-Arbeiter zu halten und solche heranzubilden.

Endlich technische, einheitlich leitende Vorschriften, um übereinstimmende Verfahren herbeizuführen, von grossem Nutzen.

Schliesslich ist zum Schutz der Strasse und im Interesse der Unterhaltungscasse nothwendig: Durch angemessene gesetzliche Vorschriften dem Missbrauch der Strassen durch Ueberladung des schmalrädrigen Fuhrwerks kräftigst entgegenzuwirken und den Gebrauch der 4 Zoll breiten Räder für das Lastfuhrwerk möglichst zu befördern.

Nach dem Gesetz vom 4. Dec. 1834 sind die höchsten zulässigen Gewichte für Fuhrwerk und Ladung, wie folgt:

a) für vierrädrige Frachtwagen

1) Radfelgen unter 6″ breit 130 Centner à 110 ℔ cöln.
2) „ von 6″ bis 8″ 140 „ „
3) „ von 8″ bis 10″ 150 „ „
4) „ v. mindest. 10″ 160 „ „

b) Zweirädrige Frachtkarren

1) Radfelgen unter 6″ breit 75 Centner à 110 ℔ cöln.
2) „ von 6″ bis 8″ 80 „ „
3) „ von 8″ bis 10″ 85 „ „
4) „ v. mindest. 10″ 90 „ „

für weniger, als 2 Zoll breite Radbeschläge von Lastfuhrwerken oder Karren, imgleichen mit $^1/_4$″ über der Oberfläche hervorstehenden Nägeln versehen, wird das einfache Weggeld als Strafe bezahlt.

Für Wagen mit schmalen $3^1/_2$ bis 3 Zoll breiten Radfelgen, ist ein Gesammtgewicht von 143 alten Centnern à 100 ℔ auf Steinschlagbahnen viel zu gross, da sich die Radreifen so weit abrunden, dass sie nur mit $^1/_2$ Zoll Breite, also 1 Zoll Länge des Umfangs, als aufliegend gerechnet, mit $^1/_2$ Quadratzoll Fläche die Bahn berühren, daher das Material pro □Zoll mit $\frac{14300}{4 \cdot {}^1/_2} = 7150$ ℔ pro Quadratzoll in Anspruch genommen wird, was viel zu viel ist. Dagegen berühren die 4 Zoll breiten Räder nach erfolgter Abrundung noch die Bahn mit 2 Quadratzoll, üben also nur den 4ten Theil des Drucks aus. Diese Breite ist, (bei Lohnfuhren), gleich vortheilhaft für die Strasse, wie für den Fuhrmann, und Begünstigung des 4″ Fuhrwerks erwünscht, um der Ueberlastung der schmalen Räder entgegen zu wirken. Auch stehen 143 Ctr. bei schmalen 2 zöll. Felgen, in keinem Verhältniss zu 154 Ctr. bei 6″ Felgen.

Uneingeschränkter Gebrauch der Strasse bezüglich der Belastung der Fuhrwerke führt zum Missbrauch der Strasse, zu grosse Beschränkung in der Benutzung führt dazu, dass man Zweck und Mittel verwechselt.

Bokelberg [1]) macht den Vorschlag, dass bei gleichbleibendem, jedoch bei Steigerung

1) Zeitschrift des hann. Archit. u. Ingen.-Vereins. Band IV. Heft 1. 1858.

der Zahl der Pferde über 2 Stück, mit der Zahl derselben wachsenden Weggeld-Tarif, (welcher die Abnutzung der Strasse theilweise zu paralysiren habe), die grösste zulässige Ladung **vierrädriger** Fuhrwerke betragen sollte:

bei Radfelgenbreite von

2″	bis an	2¼″	— 45	Zollcentner
2¼″	„	2½″	— 50	„
2½″	„	2¾″	— 55	„
2¾″	„	3″	— 60	„
3″	„	3½″	— 70	„
3½″	„	4″	— 80	„
4″	„	5″	— 100	„
5″	„	6″	— 120	„
6″	„	7″	— 140	„
7″ und darüber			— 150	„

Dabei wird hervorgehoben, dass eine Radfelgenbreite von 4″ bis 7″ (am neuen Reifen gemessen) überwiegende Vortheile für das Lastfuhrwerk, wie für die Strasse darbiete. Ueber 7 Zoll nur eingebildete Vortheile und die Tara des Wagens wird in schädlicher Weise vergrössert. (Weggeldtarife im Anhang.)

B. Specialitäten über die Ausführung von Chaussee-Unterhaltungs-Arbeiten.

Sofort nach dem Neubau nimmt Zerstörung ihren Anfang. Theils auf **chemischem**, theils auf **mechanischem** Wege.

ad 1) durch Zersetzung des Baustoffs unter den atmosphärischen Einwirkungen,

ad 2) durch Reibung, Zerdrückung und Zerbrechung durch Pferdehufe u. Räder.

Die chemische Zerstörung erleichtert und steigert die mechanischen Einflüsse.

Aufgabe der Strassen-Unterhaltung, diese Schäden mit geringstem Kosten-Aufwande beständig zu bekämpfen und, mit thunlichster Förderung der Interessen des Verkehrs, rechtzeitig wieder herzustellen.

Mehr Umsicht und Erfahrung, als zu Neubau erforderlich, weil maassgebende Verhältnisse zu sehr verschiedenartig, richtige Auswahl schwierig; Vervielfältigung der Ausgaben, die kleine Einheitssätze enthalten.

Nach Zweck und Wesen zerfallen die Unterhaltungsarbeiten in folgende 3 Hauptabtheilungen:

I. Bearbeitung der Oberfläche der Strasse;

II. Ergänzung des abgenutzten und zerstörten Theils des Steinbahnkörpers;

III. Erhaltung, oder partielle, oder gänzliche Erneuerung der technischen Zubehörungen der Strasse: Brücken, Ueberfahrten, Futtermauern, Weghäuser, Baumpflanzungen etc.

Zu I. gehören:

1) Reinigung besteinter Fahrbahnen,
2) Besandung gepflasterter Fahrbahnen,
3) Auslegung von Abweisesteinen[1]),
4) Planirung und Reinigung der Fuss- und Sommerwege,
5) Ausräumung der Seitengräben,
6) Erhaltung des ursprünglichen Querprofils der Strasse (mit Ausnahme ihrer besteinten Fahrbahnen) und
7) Herstellung der Fahrbarkeit verschneiter Bahnstrecken.

---

1) Die auf die Ränder der Fusswege gelegten bekalkten Steine haben den Zweck, das Fuhrwerk vom Fusswege entfernt zu halten. Auch werden wohl zur Zeit des Legens der Sperr- oder Abweisesteine, diese, wenn sie zeitweilig nicht gebraucht werden, auf die gedachten Ränder gelegt, um sie nicht weit tragen zu müssen. Im Uebrigen sind alle Sperr- und Prellsteine, (abgesehen vom Sperrsteinlegen auf Steinschlagbahnen), möglichst zu vermeiden, wo sie den Verkehr belästigen können.

Streng genommen gehört die Reparatur der Pflaster- und Steinschlagbahnen, um nur die Ebenheit der Bahn herzustellen, mit hierher, kann aber besser sub II., Ergänzungsarbeiten, vorkommen.

ad 1) Reinigen der besteinten Fahrbahn.

Zersetzung, Abreibung, Zerdrückung des Materials und thierische Verunreinigung erzeugen bei trocknem Wetter: Staub, bei nassem: Koth. Für Verkehr lästig, für Strasse schädlich. Daher abzuziehen, sobald Menge 2 bis 4 Cubikfuss pro □Ruthe Bahnoberfläche erreicht (§. 388). Kostet bei Steinschlagbahnen jedesmal 2—4 ₰ pr. □° und geschieht 2 — 5 mal im Jahr, (nach Beschaffenheit des Materials, Frequenz und Lage der Strasse, Witterung etc.). — Unnöthiges und unzeitiges Abschlämmen schädlich; geringe Menge Schlamm bildet bei trockner Jahreszeit vortheilhafte Schutzdecke und ebnet die Bahn, schont Fuhrwerk und Strasse. Unnöthiges Abschlämmen, besonders auf Bahnen von sehr hartem Material, welche sich unter der Walze und dem Fuhrwerk nicht leicht glätten und dabei der Sonne und dem Luftzuge ausgesetzt sind, zu vermeiden.

In feuchter Jahreszeit: Ansammlung schädlich, hält Wasser auf Oberfläche, befördert dessen Eindringen, dem Fuhrwerk zur Beschwerde, besonders wenn bald friert, bald aufthaut.

Im Winter, wenn abwechselnd Frost- und Thauwetter, verbindet sich Schlamm mit feinem Füllmaterial zwischen Decklagersteinen, daher Abschlämmen dann schädlich; (warten bis starker Regen Schlamm aufthaut).

(§. 389.) Schlamm nicht neben der Steinbahn erhärten lassen, im weichen Zustande zur Seite. Schlammbildung am meisten durch festes und dauerhaftes Gestein und grobes Korn des Steinschlages zu vermeiden.

(§. 390.) Der Schlamm ist nach der Seite des Sommerweges, beziehungsweise des nicht zum Fusswege dienenden Banketts zu ziehen. — Wenn an beiden Seiten der Steinbahn gelagert werden darf, von der Mitte nach beiden Seiten (§. 391).

(§. 392.) Der Schlamm ist in der Längenrichtung der Bahn abzuziehen, wo die Oberfläche der Steinbahn Anfänge von Gleisen zeigt, oder wo derselbe in der Breitenrichtung über ungebundenes Material gezogen werden müsste.

(§. 393.) In der Regel Schlamm im Herbst und Frühjahr abzuziehen, in letzter Jahreszeit leichte Schlammdecke zu lassen. Belebte Strassen vor und in grösseren Orten nach Bedürfniss häufiger zu reinigen.

(§. 394.) Schlammhaufen, wenn nicht für die Strasse gebraucht, bald fortzuschaffen.

(§ 395.) Hat sich Staub in erheblichen Massen angehäuft, so ist derselbe vorsichtig und nicht zu scharf mit hölzernem Kratzer abzuziehen und wie der Schlamm zu lagern.

ad 2) Besandung der Pflasterbahnen[1]).

Zweck: Unebenheiten und kleine Vertiefungen auszufüllen; schützt Strasse und Fuhrwerk gegen Stösse. Mässig: nützlich — übertrieben: nachtheilig für Fuhrwerk und Strasse und theuer.

Menge des Sandes, nach Grad der Ebenheit der Oberfläche. — Um so kleiner, je mehr schwerbeladenes Fuhrwerk vorwaltet. — Nie über $^1/_8$ bis $^1/_4$" durchschnittlich, weil Widerstand des Fuhrwerks bei 1 bis $1^1/_2$" Dicke schon doppelt.

Im Winter und in nasser Jahreszeit, dieselben Nachtheile, wie zu viel Schlamm auf Steinbahnen. Wegbleiben muss Besandung auf Pflaster von hartem Gestein durch belebte Ortschaften, weil Staub und Schmutz lästig. — In weniger belebten, nur im Sommer und thunlichst beschränkt. Im Allgemeinen genügt drei Mal im Jahr, wozu für Frachtstrassen 8 Cub.-F., für Reisestrassen bis 16 Cub.-F. pro □R. erforderlich.

Bestes Deckmaterial: feiner Grand, Kies und eisenschüssiger oder lehmiger Sand von grobem Korn, in dieser Reihenfolge. Kosten höchst verschieden, bis auf

---

1) Gutachtliche Bemerkungen über die Besandung gepflasterter Chaussee-Fahrbahnen von Bokelberg. Notizbl. Bd. II. 1852—53. pag. 301.

1½ qr pr. □Ruthe durchschnittlich. Das Material nur bei feuchter, ruhiger Witterung zu verwenden. Bepflanzung der Strassen mit Buschwerk, (wenn sonst zulässig), vermindert Abwehen.

ad 3) Auslegung von Abweisesteinen.

Hülfsmittel zur Bildung und Erhaltung ebener Oberfläche, und zu gleichmässiger Abnutzung; zwingt Fuhrwerk, einzelne Bahnflächentheile zu benutzen, andere zu vermeiden. Die 4 Räder fahren dann in Schlangenlinien und nicht in den Gleisen. Uebertreibung: der Fahrpassage sehr lästig und theuer (bis 6 ₰ pro laufende Ruthe jährlich). Mässig angewendet (3 ₰ pr. lfde. R.) nützt der Strasse und durch deren bessere Beschaffenheit auch dem Verkehr. Folgende Regeln:

a) nur in schlechter Jahreszeit, vom 1. October bis 1. Mai, und auch dann nur an solchen Tagen, wo die Steinbahn durch Witterungsverhältnisse empfänglicher und nachgiebiger für die Eindrücke der Wagenräder gemacht ist;

b) Reihen der Abweisesteine nicht näher als 15 bis 30 Ruthen nach der Länge der Bahn aufeinander folgend;

c) regelmässig nur ¼ Meile um die andere belegt, oder wenn Steine auf der ganzen Strecke, nur einen Tag um den andern (Fig. 169);

d) nicht Fuhrwerk zwingen, auf schmalen Bahnen und kurz gewundenen Schlangenlinien zu fahren;

e) oft genug den Ort der Absperrung systematisch zu verändern;

f) zur Erleichterung des Ausweichens auf Bahnen unter 14 Fuss Breite, mindestens 8 Fuss ungetheilt, oder 10 Fuss gleichmässig getheilt; auf breiteren mindestens 10 Fuss Breite an einer Stelle, oder 12 Fuss in gleich getheilter Fahrbreite, frei zu lassen (Fig. 170);

g) nur kleine, angekalkte Steine zum Auslegen zu benutzen, oder auch (§. 378) Hölzer, Buschbündel, nicht über 10 Zoll hoch und hinreichend sichtbar;

h) jedenfalls die Sperrzeichen noch vor Abendwerden von der Bahn wieder zu entfernen;

i) Auf Bahnstrecken, welche mit mehren Gleisen von mindestens 2″ Tiefe durchschnitten sind, keine Sperrzeichen, oder nur bei gefährdetem Zustande der Bahn; (weil Fuhrwerke nur mit heftigen Stössen würden fahren können, was gefährlich und sehr lästig) (§. 385).

Auf sehr frequenten Strassen, auf abschüssigen Bahnen (mit mehr als 1/20), in belebten Ortschaften, sind weitere Beschränkungen nothwendig.

Auf neuen Steinschlagbahnen, umgelegten oder neugelegten Pflasterstrecken, zur Zeit des Frostaufgangs, auf sehr nachgiebigem Boden, überhaupt an solchen Orten und zu solchen Zeiten, wo der drohenden Geleisebildung entgegengewirkt werden muss, finden zur Erreichung des Zwecks Ausnahmen von den sub a, b, c und d bezeichneten Regeln und Beschränkungen statt.

ad 4) Planirung und Reinigung der Fuss- und Sommerwege.

Zweck: Bessere Conservation und bequemere Benutzung, sowie Erhaltung des guten Zustandes der Steinbahn. Nicht in Luxus ausarten. Genügend: in hinreichender Breite Fussweg gangbar und Sommerweg fahrbar zu halten. Beide Bahnflächen 2 Mal im Jahr vom Grünen zu reinigen, damit Wasser nach der Seite stets ungehindert abfliesse.

Als Gangbreite genügen in der Regel 6 Fuss; für freie Fahrbreite auf Sommerwegen 8—12′, zunächst an der Steinbahn (§. 418). Die überschiessende Breite des Banketts und Sommerweges, (wo gewöhnlich Bäume stehen, oder Unterhaltungsmaterial und der Abraum abgelagert sind), kann in Grasnarbe bleiben: sie gewährt Grasnutzung, schützt innere Grabenkante gegen Wasser und Risse. Wird Sommerweg nicht sehr häufig benutzt, so ist nur ein Streifen von 1½ bis 2 Fuss Breite neben dem Steinbahnborde von Gras frei und in gleicher Höhe mit dem Borde zu erhalten (§ 419.) (damit Gras nicht in Steinbahnbord wächst und es auflockert, und weil die Pferde sonst nicht gern von der Mitte der Steinbahn wollen). Doch muss durch offene Rillen in der Grasnarbe und in dem Rasenbord stets für den freien Wasserabzug nach Graben hin gesorgt werden. Diese Rillen sind in der Regel zwischen 2 Bäumen anzubringen. Seitengefälle der Fuss- und Sommerwege regelmässig in

Sandboden $^1/_4$ Zoll, in schwerem Boden $^1/_3$ bis $^1/_2$ Zoll pr. Fuss der Breite, auf Strecken von mehr als $^1/_{24}$ Längengefälle etwas mehr, damit jedenfalls zur Seite das Wasser abfliesse. — Auf mindestens $1^1/_2$ Fuss Breite neben dem Steinbahnborde sollen alle Banketts, (abgesehen von den aus Kopfsoden aufgesetzten), frei von Gras sein. (Aus denselben Gründen, wie vorhin beim Sommerwege.) (§. 423.)

Am billigsten diese Arbeiten im Frühjahr in mergelartigem, thonigen und lehmigem Boden, weil dann locker und Graswuchs am leichtesten zu vertilgen. In Sandboden auch im Sommer. Besonders eingerichtete Pflüge und Eggen oft mit Vortheil zur Reinigung des Sommerweges zu benutzen.

ad 5) Ausräumung der Seitengräben.

Braucht nicht jährlich wiederholt zu werden, aber dann vorzunehmen, wenn schädlicher Stau des Wassers oder Verminderung des Abzugs eintritt, woher Ansteigen der Grundfeuchtigkeit zu befürchten. — Beste Jahreszeit: Frühling, weil Boden noch weich und Böschungen nebst neuer Sohle sich am leichtesten wieder begrasen. Im wasserreichen Tieflande dagegen: trockene Jahreszeit zur Ausschlotung des Grabens zu benutzen. — Die gewonnene Erde ist in Haufen auf dem Materialraume zu lagern und, soweit sie nicht für die Strasse benutzt wird, baldmöglichst zu beseitigen (§. 427). Diese Grabenaushebung und Planirung der Fuss- und Sommerwege steht strecken- und zeitweise in gewisser Verbindung mit:

ad 6) der allgemeinen Herstellung des ursprünglichen Querprofils der Strasse.

Nicht jährlich, nur nach Reihe von Jahren; in der Regel genügend, wenn sie der gänzlichen Ueberdeckung der Steinschlagbahn, oder der Umlegung von Pflasterbahnen auf dem Fusse folgt. — Oft Grabenerde zur Ausfüllung der Vertiefungen in Fuss- und Sommerwegen, welche namentlich bei Sandboden oft ausgeweht werden. (Zur Verhütung früher angegeben: Bepflanzen der Strassen und Böschungen, wo ohne Gefahr der Schneeanhäufung dies geschehen kann, mit dichtem Buschwerk: Ellern, Weiden etc.)

Sandige Fuss- und Sommerwege, (letztere mindestens 8′ breit und 4″ hoch), mit festem und bindenden Boden zu bedecken, bei fettem und graswüchsigen Boden: Fusswege mit sandigem und magern Erdreich, Sommerwege mit Steingerölle, feinem Grande oder Kies verbessert und Unterhaltung verringert. — Im nassen Boden: Fuss- und Sommerwege durch Drainirung trocken gelegt.

Erhaltung des Profils erstreckt sich auch auf Damm und Einschnittsböschungen. Besonders bei Thalstrassen feindlichen Angriffen von Fluss- und Regenwasser ausgesetzt. Was bei Neubau versäumt, sofort nachzuholen, wie dort angegeben. Bekleidung mit Gräsern. Bergwasser oberhalb abzufangen, auf einzelnen Punkten zu concentriren, in befestigten Rillen die Böschung hinunter; Wassereinrisse sofort auszufüllen und zu stampfen. Aeussere Grabenkante und Stellwanne ebenfalls zu erhalten. Befestigung der Gräben, wie beim Neubau, behaupten.

ad 7) Aufräumung verschneiter Bahnstrecken.

Wenig allgemeine Regeln, in den meisten Fällen nach Umständen handeln. — Gang der Witterung beobachten, nicht zu früh anfangen — auch nicht zu spät, wenn Schnee schon gelagert und festgefroren. Windwehen (hohe Schneeanhäufungen) vorher wegzuschaufeln, Verstopfungen auszugraben. Bei Aufthauen hoher und dichtgefahrener Schneestrecken bilden sich oft Gleise. Bald zu entfernen, damit nicht auf erweichte Steinbahn übertragen werden. — Schnelle Ableitung des Thauwassers, zunächst von der Steinbahn. Oeffnen der Gräben vor Eintritt des Thauwetters. Bei nassen aufgeweichten Stellen: Grippen durch den Sommerweg und das Bankett, um Wasser abzuleiten; dabei Vorkehrungen zur Sicherheit des Verkehrs, erkennbare Bezeichnung dieser Stellen, erforderlichen Falls Bewachung. Schneepflug anzuwenden, wenn längere Strassenstrecken nach gleichmässigem Schneefall etwa 9 Zoll bis 1 Fuss hoch mit Schnee bedeckt sind, und erst, wenn Schneefall aufgehört hat. Jährlich etwa 13 Pennige pro Ruthe zu veranschlagen.

Ein Rückblick auf diese Arbeiten, welche sich auf die Oberfläche der Strasse beziehen, lässt leicht erkennen, dass das Maass und die Kosten dieser Unterhaltungsarbeiten nur in einzelnen Beziehungen von Frequenz der Strasse abhängig sind, so dass solche nicht in allen Beziehungen Maassstab für die Unterhaltungskosten liefert. Ferner erkennt man, dass sorgfältiger und vollständiger Neubau die Unterhaltung der Strasse sehr erleichtert. Selbst unwesentliche Unterhaltungsarbeiten, z. B. Abschlammen und Besanden, können bei fehlerhafter Anwendung und Ausführung die Unterhaltungskosten sehr vermehren, weil sie sich bei erheblicher Länge der Strasse vervielfältigen.

Daher auch die kleinste Arbeit der sorgfältigen Behandlung werth und mit zweckmässigen Geräthschaften vorzunehmen.

II. Wiederherstellung des abgenutzten Steinbahnkörpers.

A. Auf Steinschlagbahnen.

Zerstörung, wie bemerkt: durch chemischen und mechanischen Process. — Wegführung allmählich auf natürlichem oder künstlichem Wege. Widerstand gegen Zersetzung: hauptsächlich abhängig von mineralogischer, physikalischer Beschaffenheit. Quarzige Steine: die grösste; thonige und mergelartige: geringste Dauerhaftigkeit. — Quarzfels und Kreidekalk: Gegensätze.

Zerstörung auf mechanischem Wege: Abhängig von Festigkeit und Härte des Besteinungsmaterials, von Anzahl, Gewicht und Bauart der Fuhrwerke, und von Bauart der Strasse selbst.

Pflasterartiger Unterbau (Packlage) beschleunigt Zerstörung der Steinbahn mit abnehmender Stärke derselben, in steigendem Maasse. — Anders ist es bei macadamisirten Strassen.

Rückwirkende Festigkeit der natürlichen Bausteine auf □Zoll Grundfläche geschliffener Würfel bezogen, in weiten Grenzen zwischen 800 und 32000 ℔ schwankend. — In engeren Grenzen, weicher Sandstein 3000 ℔, Quarzfels 30000 ℔. Härte zwischen 1 und 10: Talk die unterste, Quarz die 7te, Diamant die 10te Stufe[1]).

Ruhiger Druck des einzelnen Wagenrades, auf die Berührungsfläche mit der Bahn bezogen, variirt zwischen 100 und 4000 ℔ pro Cub.-Zoll. Unterschied in Frequenz in seinen äussersten Grenzen zuweilen 1 : 120, nicht selten 1 : 10.

Wegen dieser verschiedenen Grössen, Abnutzung verschiedener Strassen auch sehr verschieden. Vor etwa 12 Jahren (1846) in Hannover noch 1 : 25, nach Einführung besseren Materials auf den frequentesten Stassen noch jetzt etwa wie 1 : 12.

Es kommt danach alles darauf an:

„das Maass der Abnutzung des Oberkörpers der Steinbahn, durch künstliche „Mittel und mit dem grössten oekonomischen Effect, auf ein Minimum zu „reduciren."

Das finanzielle und commercielle Interesse gehen dabei Hand in Hand: denn Abnutzung um so grösser, je mehr die Unebenheit der Oberfläche zunimmt, und je ebener und fester die Bahn, um so leichter bewegen sich die Fuhrwerke.

Je mangelhafter also die Unterhaltung ist, desto grösser wird die Abnutzung der Strasse, und umgekehrt.

Die Erzielung der grössten Vollkommenheit in der materiellen Beschaffenheit der Bahnen liegt daher im staats- und volkswirthschaftlichen Interesse.

Daher Aufgabe der Wegbautechnik in dieser Beziehung: Das preiswürdigste Material, von dem nöthigen Grade der Dauerhaftigkeit, Härte und Festigkeit, zu einem auf seiner Oberfläche möglichst glatten Bahnkörper zu verbinden und diese Ebenheit der Oberfläche so lange und so gut, wie möglich zu erhalten.

---

1) 1. Talkhärte, 2. Gips oder Steinsalz, 3. Kalkspath, 4. Flussspath, 5. Apatit, 6. Feldspath, 7. Quarz, 8. Topas, 9. Korund oder Saphir, 10. Diamant.

Beispiel für die Richtigkeit dieses Satzes.

Es führe eine 3 Meilen lange Strasse von einer ergiebigen Steinkohlengrube nach einem benachbarten Handelsorte, für dessen Bedarf jährlich 500000 Himpten Steinkohlen[1]) auf jener Strasse gefahren werden.

Wegen beschränkter Mittel sei anfangs Strasse der Art, dass pr. Pferd nur 35 Himpten Steinkohlen geladen und zur Stelle geschafft werden können, wie solches noch vor etwa 20 Jahren auf den besteinten Bergwerksstrassen vom Deister nach Hannover wirklich der Fall war.

Bei diesen Verhältnissen kostete die Unterhaltung der gedachten Zufuhrstrasse jährlich etwa 1500 ℔ pr. Meile, im Ganzen also 4500 ℔. Zur Herbeischaffung der 500000 Himpten war überhaupt die Arbeitsleistung von 14286 Pferdetagen, oder 39 Pferde per Tag im Jahr nöthig, deren Wartung, Führung und Unterhaltung incl. des Wagens und Geschirrs, pro Kopf täglich mindestens $1^1{}_3$ ℔, im Ganzen also 19048 ℔ kostete. An den drei Weggeldstätten der 3 Meilen langen Strasse wurden von jenen 14286 Pferden 2678 ℔ Weggeld jährlich aufgenommen. Jetzt werden nun aber $1^1/_2$ mal so viel Geldmittel, also 2250 ℔ pr. Meile, im Ganzen 6750 ℔ jährlich, zur bessern Unterhaltung derselben Strecke verfügbar gemacht. In Folge dessen kann die herabgekommene, im Winter von Geleisen durchschnittene Fahrbahn, mit dem alten, weichen, aber billigeren Material zuerst ins Normalprofil gesetzt, und darauf mit dauerhaftem und festeren, aber nur mit höheren Kosten (aus grösserer Entfernung) herbeizuschaffenden Gestein, unterhalten werden, wobei die Beschaffenheit der Bahn sich so weit verbessert, dass gegen den alten schlechten Zustand jetzt mit $^2/_3$ der früheren Zugkraft für dieselbe Wagenlast ausgereicht wird.

In weiterer Folge dessen sinkt nun aber die Weggeld-Einnahme auf $^2/_3$ des alten Betrages herab, weil die Anfuhr jener 500000 Himpten jetzt schon mit 9524 Pferden in einem Tage beschafft werden kann, deren Unterhaltung nur noch 12698 ℔ kostet.

Die Ausgaben wegen der Beschaffung des fraglichen Kohlenquantums in die Stadt betrugen also im ersten Falle: . . . . 19048 ℔ + 4500 ℔ = 23548 ℔
Im andern Falle betragen sie nur . . . . . 6570 + $^2/_3$. 19048 ℔ = 19448 ℔

Der volkswirthschaftliche Vortheil ist also = 4100 ℔;

weil diese für dieselbe Leistung weniger erforderlich sind, oder was dasselbe ist, der Staat leistete im ersten Falle: 4500 — 2678 = 1822 ℔ Zuschuss, im anderen Falle: 6750 — 1785 = 4965 ℔; er muss dann also 4965 — 1822 = 3143 ℔ von den Fuhrleuten mehr verlangen. Diese ersparen aber, da der Werth ihrer Transportleistung an sich derselbe bleibt, $^1/_3$. 19048 = 6350 ℔ und noch $^1/_3$. 2678 = 893 ℔ an Chausseegeld, also zusammen 7243 ℔; mithin bleibt ihnen, nachdem sie den Staat in demselben Maasse wie vorhin befriedigt haben, eine Transportleistung, welche 7243 — 3143 = 4100 ℔ werth ist, verwendbar.

Aehnliche Beispiele können aus der Erfahrung angeführt werden. Auf vielen Strassen ist der mittlere Widerstandscoefficient von $^1/_{20}$ bis $^1/_{30}$ auf der Horizontalen auf $^1/_{40}$ bis $^1/_{60}$ vermindert worden. Der Gewinn für das Gemeinwohl, welcher sehr hoch anzuschlagen, ist indessen nicht durch die Zunahme im Weggeld — (welches pro Pferd erhoben wird) — ausgedrückt, weil die Fuhrwerke schwerer laden, wobei natürlich die Anzahl Zugthiere, also auch der Weggeldertrag abnimmt.

Folgende Sätze, um den günstigsten öconomischen Effect bei der Unterhaltung durch die Art der speciellen Ausführung zu erreichen, sich einzuprägen.

1) Wo in Folge eines unvollständigen Neubaus, einer missbräuchlichen Benutzung der Strasse, einer Unzulänglichkeit der Unterhaltungsmittel oder aus noch anderen Ursachen, eine Steinschlagbahn im Querprofil ganz heruntergekommen ist, da bringe man dieselbe baldmöglichst wieder in ihren normalen Zustand, d. h. zu einer genügenden Stärke, einer zweckmässigen Wölbung und zu möglichst grosser Dichtigkeit und Ebenheit zurück.

Zu dem Ende, damit an keiner Stelle zu viel oder zu wenig geschehe, dürfen Kantensteine für: Richtung, Breite und Höhe der Bahn nicht fehlen. Wenn zerfahren oder zerfallen: zu erneuern; durch Frost gehobene zu senken, damit nicht falsche Lehre werden.

---

1) 1 Himpten = 54 Pfund.

Durchschnittliche Stärke des Bahnkörpers, (je nach Untergrund, Material, Fuhrverkehr etc.), bei gehöriger Unterhaltung in der Regel mit 8—11 Zoll genügend, bei Packlagerunterbau 1—2 Zoll mehr. Wölbung ist früher (§. 56) schon angegeben. Wo Normalzustand fehlt, hilft Flickerei wenig, weil, wenn besseres Material, was theurer, vorhanden, dies nicht in der halben Höhe der Bahn vergraben werden darf. Die Nässe, (Todfeind aller Strassen), von den muldenförmigen Vertiefungen nicht mehr abzuleiten, holprige Oberfläche verursacht Stösse, dadurch schnelle Zertrümmerung des Materials im Oberkörper, je schwächer er ist, je höher die Grundsteine heraufreichen.

Man arbeitet der Zerstörung und Verschwendung desto wirksamer in die Hände, je länger man die Herstellung des fehlenden Normalzustandes verschiebt.

2) Was an Wölbung und Dicke der ganzen Bahn allmählig verloren geht, ist nicht im Kleinen, sondern im Grossen dann zu ersetzen, wenn diese Abnutzung ein bestimmtes Maass, etwa 4 Zoll auf der Mitte abgerundeter Bahnen von 12 bis 16 Fuss Breite, und etwa 5 Zoll auf der Mitte von 18 bis 20 Fuss breiten Bahnen erreicht hat.

Diese Wiederherstellung muss in Strecken geschehen, deren Länge so viele Male in der ganzen Meile oder in noch längeren Strassenabtheilungen aufgeht, wie die neue Steinschlagdecke an Jahren bis zur gänzlichen Wiederabnutzung aushält.

Auf solchen Strassen, wo wegen geringer Frequenz und wegen hoher Güte des Materials die Abnutzung der Bahn nur unbedeutend, kann es nützlich und nothwendig sein, schwächere Decken öfter zu bilden und deren Breite auf 10 bis 14 Fuss in der Mitte der Bahn zu beschränken, wobei die neue Decke zu beiden Seiten etwas in den alten Bahnkörper einzulassen ist.

Einzelne Löcher, Gleise oder muldenförmige Vertiefungen in der Oberfläche der Steinschlagbahn, wenn über 1 Zoll tief und dann schon Pfützen bilden, bei günstiger Witterung mit Material bis zur Höhe der Bahnfläche (niemals höher) auszufüllen. Vorher schadhafte Stellen aufzulockern, auszuhauen, mit steilen Wänden zu versehen, neues Material dicht zu packen, mit dem alten gut zum Anschluss zu bringen. Flicken stets grösser, als das Loch zu machen. Auf diese Weise jährlich auf jede Meile ein Längentheil ganz übersetzt, der übrige nur im Kleinen ausgebessert. Diese vereinzelten kleinen Bahnreparaturen sind nur als nothwendiges Uebel zu betrachten und auf Minimum zu beschränken.

Das alte Verfahren, durch vereinzelte stärkere Reparaturen die Bahnfläche zu ebnen und die Dicke wieder herzustellen: theuer, von geringem Erfolg und zur Belästigung des Verkehrs, daher zu verwerfen und Deckenbetrieb in grösstmöglicher Ausdehnung durchzuführen; schon beim Neubau die Bahn entsprechend vorzurichten, d. h. Macadamisirung zu wählen, weil der Deckenbetrieb bei dieser Bauart der Strasse am vollkommensten durchgeführt werden kann. Bei Packlager ist der Deckenbetrieb zwar auch anwendbar, indessen müssen die Decken stärker gemacht werden, damit der Druck der Wagenräder bis zur Tiefe des Packlagers möglichst abgeschwächt werde und die Abnutzung nicht zu unregelmässig geschehe[1]).

---

[1]) Die folgenden Vorschriften finden sich in der Hannoverschen Instruction:
Steinschlag- und Grandbahnen. a) fortwährende Erhaltung des normalen Profils: Flicksystem. Am meisten (abgesehen davon, dass es möglichst überhaupt zu verlassen) noch anwendbar für Bahnen in günstiger Lage, mit wenig Frequenz und mit guten Materialien versehen, welche ein feines Korn des Steinschlags gestatten, in einer Schicht aufgetragen, die Abnutzung ersetzen und solchergestalt unter beförderlichen Witterungszuständen, selbst ohne Walzen, zu binden sind.

§ 352. 1) Strassenstrecken, deren Bearbeitung mit der Walze erhebliche Hindernisse entgegenstehen, 2) in der Regel auch Strassenstrecken, welche eine Neigung von $^1/_{20}$ und darüber haben, sind nach folgenden Vorschriften zu unterhalten.

§. 353. Die Reparaturen sind wo möglich im Herbste, vor Eintritt des Frosts auszuführen. Die bis dahin nicht vollendeten Reparaturen sind nach dem Frostaufgange, vor Eintritt der trocknen Frühjahrszeit, fortzusetzen.

3) Man wähle zu den neuen Steinschlagdecken ein Material von genügender Festigkeit, Dauerhaftigkeit und Härte, wobei unter sonst gleichen Umständen das bindungsfähigere den Vorzug vor dem mageren Gestein verdient. (Schädliches Aufwickeln von zu klebrigem Material.)

Das Maass der Abnutzung des Steinbahnkörpers steht nicht im geraden Verhältniss zur Festigkeit des Materials, denn es wird derselbe entweder zum

---

§. 354. Die entferntesten Baustellen derjenigen Strecken, auf welchen Herbeischaffung der Arbeitskräfte und künstliche Nässung die meisten Schwierigkeiten hat, sind zunächst zu bearbeiten.

§. 355. Deckt eine stärkere Schlammmasse die Strasse, als zum Schutze der Steinbahn zulässig und wünschenswerth ist, so sind die Unterhaltungsarbeiten mit dem Abziehen des Schlammes zu beginnen. Bei starker Anhäufung, so wie bei unvollständiger Auflösung des Schlammes, ist das Abziehen erforderlichen Falles zu wiederholen.

§. 356. Haben sich Gleise gebildet, so ist die verschlammte lockere Masse rein auszuräumen, auch sind die Gleiseneinschnitte mit scharfen, lothrechten Rändern zu versehen.

§. 357. Wenn sich die Abnutzung der Bahn in breiterer Ausmuldung eines oder mehrer Fahrstriche darstellt, so soll die Reparatur diese Muldon, (auf schmalen Bahnen je nach Erforderniss eine Mulde oder beide), in thunlichst zusammenhängenden langgezogenen Figuren, in ihrer ganzen Ausdehnung überdecken.

§. 358. Die Ränder der zu bessernden Bahntheile, nöthigenfalls auch die Grundflächen, sind hinreichend tief aufzulockern. Die Arbeiter sollen dabei die Kreuzhacke möglichst flach, nicht auf, sondern gegen die zu lockernden Steine führen.

§. 359. Dann wird das zu verbauende Material auf die zu bessernden Bahntheile geschüttet, dicht zu einer Steinlage zusammengeschoben und schliesslich die losgehauene Masse an den Rändern angezogen. Es sind solche Massen Material aufzubringen, dass im Ganzen das normale Profil der Strasse erhalten wird.

§. 360. Die gebesserten Strecken dürfen auch im Fall des §. 352 (2) durch Walzen gedichtet werden, wenn mehr, als $^1/_8$ Kasten (à 16 Cubikfuss) Material pro □Ruthe verbaut ist.

§. 361. Wird die Walze nicht angewendet, so ist dahin zu wirken, dass die gebesserten Stellen durch das passirende Fuhrwerk gedichtet werden. Hat dann das Besserungsmaterial sich fast völlig consolidirt, so wird dasselbe mit Steingrus gleichmässig überstreut und letzteres nöthigenfalls eingefegt.

§. 362. Wird die Walze nicht angewandt und ist auch die Dichtung der gebesserten Strecke durch das Fuhrwerk nicht zu erwarten, so soll künstliche Dichtung durch Stampfen (Rammen), unter Anwendung von Bindematerial eintreten.

§. 363. Behuf völliger Dichtung und Glättung der gebesserten Stellen sind Sperrzeichen nach den Vorschriften der §§. 381 bis 383 auszulegen.

b) Deckenlegung und hinhältliche Besserung. Besonders durchaus nöthig für Bahnen von minder widerstandsfähigem und gröberes Korn erfordernden Steinschlag, weil sich durch die jährlichen Deckungen eine kräftigere Nachhülfe schaffen, und zugleich durch die künstliche rasche Bindung der in mehren Steinlagen aufzutragenden Decken, das Abrunden, Zerreiben und Zerdrücken der einzelnen Steinstücke, beschränken lässt.

§. 364. Strassenstrecken, bei denen die Voraussetzungen des §. 352 nicht zutreffen, sind durch hinhältliche Besserungen in ihrer jeweiligen Oberfläche so lange möglichst eben zu erhalten, bis die abgenutzte Stärke des Steinbahnkörpers streckenweise durch vollständige Decken wieder hergestellt werden muss. Vertiefungen in der Fläche der Bahn sind erst dann zu bessern, wenn sie mindestens der Stärke eines Steins entsprechen.

Uebrigens finden die Vorschriften der §§. 353 bis 363 auf diese hinhältlichen Besserungen sinngemäss, das Walzen stets Anwendung wenn mehr, als $^1/_8$ Kasten Material pro □Ruthe verbaut ist.

§. 365. Decken sind dann anzubringen, wenn 1) bei Bahnen, die aus gleichartigem Material gebaut sind, die Decke in der Regel bis auf die Bordhöhe, ausnahmsweise bis auf einen Zoll unter Bordhöhe; 2) bei Bahnen mit Decken aus besserem

grössten Theil nur langsam abgerieben oder aber grösstentheils schnell zerdrückt. Im letztern Falle rasche Steigerung des Materialverbrauchs. Bei Strassen mit schwer beladenen Wagen, mit schmalen Radfelgen, viel befahren, widersteht nur das Material der vorwaltenden Zerdrückung, dessen rückwirkende Festigkeit in geschliffenen Würfeln mindestens 15000 ℔ pr. □Zoll beträgt. Nur wenige der am meisten vorkommenden Gesteinsarten haben diesen hohen Grad der Festigkeit.

Solche sind aber noch nicht zu theuer, wenn man sie, im verbauten Zustande, selbst 4 bis 5 mal so hoch bezahlt, als ein Gestein von der halben Festigkeit, wie z. B. Quarzfels und Basalt, gegen mittelmässigen Muschelkalk. (vgl. Anh. I.)

Erklärung: langsame Zerstörung durch Abreibung; massenhafte durch Zerdrückung. Unterschied im Grossen, zwischen Pflasterstein und Steinschlagstück.

Auf Strassen für Reiseverkehr wird dagegen schon minder festes Material, wie z. B. Muschel- und Jura-Kalk, Zechstein etc. mit gutem Erfolg angewendet. Der öconomische Effect dieses oder jenes Materials ist zu berechnen.

Welche Gesteine die brauchbarsten, vide §. 54.

Material, die Decke abgenutzt ist. Erscheint eine Verstärkung der aus besserem Material bestehenden Decke erforderlich, so darf die Abnutzung bis zu dem Maasse dieser Verstärkung fortgesetzt werden, sofern sich nicht durch Heben der Bordsteine die Verstärkung vortheilhafter beschaffen lässt.

§. 366. Eine Decke darf ferner aufgebracht werden, bevor die Bahn bis auf die Bordhöhe abgenutzt ist, wenn die Bahn sich durch hinhältliche Besserungen nicht in ebener Oberfläche erhalten lässt und der Verkehr durch den Zustand der Bahn belästigt wird.

§. 367. Mit der Deckenlegung ist unter Berücksichtigung des Verkehrs und der besonderen Verhältnisse jeder einzelnen Strecke, möglichst nach einem im Voraus bestimmten Plane zu verfahren; die geringste Länge einer zu deckenden Strecke bestimmt sich nach der Vorschrift des §. 151 zu mindestens 80 und höchstens 150 Ruthen Länge.

§. 368. Die Deckungsarbeiten sind im Anfange des Frühjahrs auszuführen; zu einer anderen Zeit, wenn dies wegen besonderer Umstände angemessen oder nothwendig ist.

§. 369. Die mit einer neuen Decke zu belegenden Strecken sind nach Maassgabe der §§. 388 bis 394 abzuschlämmen.

§. 370. Ist die Oberfläche der zu deckenden Bahn sehr ungleich geworden, so sind vor Aufbringung der neuen Decke, namentlich vor Legung einer zweizölligen Decke aus festem Material (§§. 68 u. 70), die grösseren Erhöhungen und Vertiefungen auszugleichen.

§. 371. Ist wegen besonderer Glätte und Festigkeit der Bahn Verschiebung des Deckmaterials unter der Walze zu befürchten, so ist entweder die Oberfläche der Bahn rauh zu machen, oder es sind in Abständen von 3 bis 4 Fuss von jedem Borde ab, in der Richtung nach der Mitte, Rillen von der Tiefe eines Steinkorns und etwa 3 Fuss Länge einzuhauen. Diese Rillen sind über die ganze Breite der zu deckenden Fläche zu ziehen, wenn die Bahn eine Neigung von $^1/_{30}$ und darüber hat.

§. 372. Wird nicht die ganze Breite der Bahn gedeckt, so sind den Seitenrändern der herzustellenden Decke entlang, Rillen von eines Steinkorns Tiefe einzuhauen, deren äusserer Rand lothrecht steht, und deren Sohle nach innen flach verläuft.

§. 373. Erfordert die Aufbringung des Deckmaterials einen längeren Zeitraum und ist ein Sommerweg nicht vorhanden oder schwer zu passiren, so ist auf Steinbahnen von 14 Fuss Breite und darüber, ein mindestens 6 Fuss breiter Streifen in der ganzen Länge der zu legenden Decke am Borde für den Verkehr einstweilen offen zu halten, und erst nach Ueberschüttung der übrigen zu deckenden Strassentheile mit Steinschlag zu belegen.

§. 374. Die neuen Decken sollen an den Endpunkten in die Fläche der nicht gedeckten Bahnstrecken allmählig übergehen.

§. 375. Bei Aufbringung neuer Decken ist eine allgemeine Regelung des Querprofils der Strasse, so weit nöthig, vorzunehmen.

4) Man scheue keine Kosten zur vollkommenen Dichtung und Befestigung der neuen Steinschlagdecken und zur Herstellung der grösseren Reparaturen, durch Anwendung von Walzen. Hierüber ausführlich im Capitel über Walzen.

5) Von hoher Wichtigkeit für die Haltbarkeit, also auch für die Unterhaltung der Steinschlagbahnen:

das Material nicht feiner zu zerschlagen, als durchaus nöthig, um eine gehörige Verbindung desselben und glatte Oberfläche der Bahn unter Anwendung der Walze zu erlangen.

Der entgegengesetzten Maxime sind zu allen Zeiten und in allen Ländern, namentlich vor Einführung der Strassenwalze, grosse Summen unnütz geopfert.

Uebermässiges Feinschlagen arbeitet der schnellen und leichten Zerstörung in die Hände.

Die rückwirkende Festigkeit von Gesteinen gleicher Art (zum Chausseebau) ist nicht ihrer körperlichen Grösse, sondern bei ähnlichen Körpern, dem gleichliegenden Querschnitt, oder der Grundfläche proportional.

Bei der vortheilhaftesten Form, dem Würfel, verhalten sich die Tragfähigkeiten, wie Quadrate der Seiten mal Festigkeit.

Bei der Pressung der zur Bahndecke tauglichen Steine, namentlich der festen, erfolgen die Risse und Trennungen (bei Versuchen mit Würfeln), in der Regel schon beim halben Zerdrückungsgewicht.

Das Tragvermögen nimmt ferner immer mehr ab, je weiter sich die körperliche Figur des Steines von der Regelmässigkeit des Würfels entfernt. Letzterer trägt etwa 3 mal so viel, als ein unregelmässig geformter Stein von derselben Gattung und Grösse, was erklärlich ist, da bei der unregelmässigen Form der Druck meistens auf eine kleinere Fläche kommt, als beim Würfel, oder auch dünne Steine plattliegend getroffen werden.

Dringt Wasser in die Risse eines Steinchens, so wird es durch Frost leicht gesprengt.

Die rollenden Wagenräder treffen nicht immer den Kopf, sondern oft die Kante, welche zerbricht.

Stoss und Anprall des sich rasch bewegenden Fuhrwerks steigert den Angriff.

Mit der allmähligen Verkleinerung der Steins, im Wege des allmähligen Abreibung seiner Kopffläche, nimmt Widerstandsfähigkeit weiter ab, bis der Stein endlich zerdrückt wird.

Aus allen obigen Gründen, ist für die Haltbarkeit der einzelnen Steine in der Oberfläche, nur $^1/_{10}$ ihrer Festigkeit in der Form geschliffener Würfel in Rechnung zu bringen. Die Festigkeit verschiedener Strassenbau-Materialien, finden sich in der Tabelle im Anhange sub VI. angegeben.

Grösse des Drucks der Fuhrwerke auf die Bahn: Ausserordentlich verschieden. Schon früher, in Tabelle pag. 23 etc. angegeben, auf ein Rad bezogen. Bei Anwendung zu berücksichtigen, dass die Abnutzung der Radfelgen-Beschläge während des Gebrauchs auf wenigstens 1 Zoll von jeder Kante erfolgt, daher die für Vertheilung des Drucks in Rechnung zu bringende Breite = Felgenbreite minus 2 Zoll anzunehmen. Räder von 5 Fuss Durchmesser berühren etwa mit 1 Zoll ihrer Umfangslinie gleichzeitig die Bahn.

Auch neue Wagenräder von mehr als 6″ Breite schliessen sich doch nur in 5 bis 6″ breiter Zone der Bahn an.

Die Berührungsfläche beträgt mithin für abgenutzte, seitlich abgerundete Radfelgen-Beschläge

von $2^1/_2$″	Breite,	höchstens	$^1/_2$ □Zoll
„ 3″	„	„	1 „
„ 4″	„	„	2 „
„ 5″	„	„	3 „
„ 6″	„	„	4 „
„ 7″	„	„	5 „

Hieraus ergiebt sich die Zahl der Steinköpfe, welche in der Bahnoberfläche gleichzeitig zum Tragen gelangen.

Der Druck eines 2spännigen beladenen Fuhrwerks mit schmalen (3″ breiten Rädern,) beträgt 2700 ℔ pro Rad. Die Festigkeits-Tabelle ergiebt, dass bei

2 Cub.-Zoll Grösse (1¼′ Seite): 1 und 2 der Tabelle im Anhange:
Quarzfels, quarzreiche und sehr feinkörnige nordische Geschiebe, bei

2⅜ Cub.-Zoll Grösse (1½″ Seite): 3 bis 5 incl. der Tabelle:
Gabbro, Melaphyr, Diabas und feinkörnige Grauwacke, bei

5½ Cub.-Zoll Grösse (5⅜″ Seite): 7 bis 8 incl. der Tabelle:
Thonporphyr, kieseliger Portlandkalk, bester Muschelkalk, Kulsandstein und guter Corallenkalk, bei

8 Cub.-Zoll Grösse (2″ Seite): erst 9 und 10 der Tabelle genügen würden.

Die Tabelle zeigt auch, dass bei geringer Vermehrung der Seite der unregelmässigen Steine, das Tragvermögen sich schon erheblich vergrössert.

Erfahrungsmässig können durch die Walze zu einem ebenen und dichten Bahnkörper verbunden werden:

Gestein von geringer Härte in	6	bis	8	Cub.-Zoll Grösse,
„ „ mittlerer „ „	4	„	6	„
„ vom härtesten und festesten	2	„	4	„

daher zu beachten und durchzuführen:

dass das Korn des Steinschlags nicht feiner werde, wie solches mit der Rücksicht auf thunliche Schonung des Materials gegen Zerstörung durch den Wagendruck sich vereinbaren lässt.

Gewinn durch derbes Korn des Steinschlags: Ersparung an Steinschlägerlohn, geringerer Verbrauch an Unterhaltungsmaterial, dessen Anschaffung und Zubereitung meistens 50% der sämmtlichen Unterhaltungskosten auf Steinschlagbahnen in Anspruch nimmt. Daher grosse Summen zu ersparen sind.

Von der anderen Seite: Zu grober Steinschlag ebenfalls sehr schädlich. Je gröber und fester, um so schwieriger glatte Bahn zu bilden, und Strasse leidet durch stossende und holprige Bewegung der Fuhrwerke ausserordentlich.

Die Bestimmung der Grösse des Steinschlags ist demnach von sehr verschiedenen Umständen abhängig, die mit grosser Vorsicht zu erwägen sind.

6) Gleiches Korn des Steinschlags zu erzielen, ist von höchster Wichtigkeit. Gemisch von ungleichen Stücken liefert verschiedene Widerstände, ungleiche Abnutzung, holprige Bahn, Vermehrung des Angriffs der Wagenräder, Hindernisse der Bewegung der Fuhrwerke.

Daher genau auf diese Vorschrift zu halten, den Steinschlägern das Zertrümmern der Steine in plattenförmige Scherben und Splitter strenge zu verbieten; für die thunliche Hinnäherung an die Würfelform, kommt das Mehr an Steinschlägerlohn nicht in Betracht.

Zur Anweisung und Controlirung den Steinschlägern hölzerne Musterwürfel zu geben. Messringe sind unsicher und verführen den Steinschläger zu höchst schädlichem Zertrümmern der Steine.

Man überschätzt das Korn des Steinschlags mit dem Auge um so mehr, je unregelmässiger die Figur der einzelnen Steinstückchen ist.

Zur genauen Ermittlung der Grösse zähle man Stücke, welche z. B. in ein Maass von 1 Cub.-Fuss gehen, wobei denn auf den Steinschlag die Hälfte (½ Cub.-Fuss zu rechnen ist.[1])

7) Vermischung gleich grosser Steine von Gebirgsarten verschiedener Festigkeit, ist eben so schädlich, wie im vorigen Falle verschiedene Grössen von gleicher Festigkeit. Aus denselben Gründen wie vorher. Selbstredend sind wohl ganze Decken von hartem Material über weicheres zulässig.

8) Sorgfältiges Aufruthen des Besteinungsmaterials ist eine wichtige Ersparungsmassregel.

Ersparung an Arbeit hierbei würde man durch 10 bis 50 mal grösseren Verlust an Material-Werth zu büssen haben. Je nach dem guten Aufruthen sind 27—46%

---

1) Bokelberg. Ueber die Grösse der leeren Zwischenräume im gehäuften lockeren Steinschlage und in Steinschüttungen anderer Art. Zeitschrift des Hann. Arch.- und Ing.-Vereins. Band II. 1856. pag. 225.

des ganzen Volumens an Zwischenräumen vorhanden, und der Cub.-Fuss Material kostet bis zu 5 gr, das dichte Aufruthen höchstens ½ Sgr pro Cub.-Fuss.

9) Die Zeit der Ausführung der Unterhaltungs-Arbeiten auf der Steinschlagbahn ist von grosser Wichtigkeit.

Nasse Jahreszeit am geeignetsten, weil Steinkörper locker und am besten annimmt. Frühling mehr, als Herbst. Im Winter gefertigte Decken fallen selten so gut aus, als im Fruhjahr. Auch im Spätherbst stets theurer, als im Frühjahr. Daher der grösste Theil des Unterhaltungsmaterials gleich nach Ablauf des Winters zu verbauen ist, Herbst und Winter vorzugsweise zur Zubereitung des Materials.

Decken sind ohne Nachtheil noch im Vorsommer zu bilden, Aufschub der kleinen Bahnreparaturen bis zur guten Jahreszeit erhöht die Kosten ebenfalls, und ist als ein fehlerhaftes Verfahren zu bezeichnen.

Eine unbestrittene Wahrheit: dass die Unterhaltungskosten der Steinschlagbahnen desto geringer, je sorgfältiger und rechtzeitiger die Wartung ist, folgt aus dem Vorhergehenden.

B. Wiederherstellung des abgenutzten Steinbahnkörpers auf Pflasterbahnen.

Gepflasterte Bahnen, (Klinker ausgenommen), haben weniger durch Angriffe des Fuhrwerks und Verwitterung, als durch Wandelbarkeit des Untergrundes zu leiden.

Angriffe des Fuhrwerks: Abrundung der Kopffläche und Verrückung aus der Bahnoberfläche.

Bei Frostaufgang in feuchtem, dichten Boden, (besonders Lehmboden), werden die Pflastersteine gruppenweise gehoben, verlieren den Stand und werden durch Wagenräder aus der Lage gebracht. Senkungen und Erhöhungen um so bedeutender, je mehr die körperliche Grösse der einzelnen Pflastersteine in der Fahrlinie abweicht.

Geringe und vereinzelte Unebenheiten, durch Ausbessern des Pflasters auf einzelnen Punkten leicht zu beseitigen.

Erstreckt sich die Unebenheit auf die ganze Breite der gepflasterten Bahn, so ist dieselbe zwischen den Kantensteinen umzulegen. Möglichst lange dies zu vermeiden, kann aber selten ganz unterbleiben.

In der Regel ist die Unterhaltung der Pflasterstrassen (unter übrigens gleichen Umständen) billiger, als die der Steinschlagbahnen, weil Material-Verschleiss nur durch Abreibung geringer. — Mangel an Grand, Kies und Sand zur Unterbettung und Ausfugung des Pflasters, können jedoch die Unterhaltungskosten desselben örtlich sehr steigern.

Die für den Neubau (§. 87 etc.), angegebenen Regeln auch beim Umsetzen etc. zu beachten.

Grosse Härte nnd Festigkeit ist erwünscht, aber es sind nicht grosse Mehrkosten dafür aufzuwenden, denn erfahrungsmässig liefern schon Sandsteine und Klinker von 4000—5000 ℔ pro □″ Bruch-Festigkeit, ein für viele Wegebauten geeignetes Pflastermaterial, wenn es richtig bearbeitet und gebraucht wird. — Kalksteine geben selten gute Resultate. Quarzige Gesteinsarten, die meisten Massengebilde, z. B. Granit, Syenit, Kieselschiefer, Diorit, Diabas, Gabbro, Porphyr, Melaphyr, Basalt, (eruptive, plutonische, also ungeschichtete), feste Conglutinate und harte Sandsteine, alle von feinkörniger Structur, verdienen den Vorzug.

Empfehlenswerth ist das Niederrammen oder Niederwalzen[1]) vom Frost gehobener Pflasterflächen, zu rechter Zeit, während des nachgiebigen Zustandes des Untergrundes. Umlegung, erst der einen, dann der anderen Hälfte des Pflasters auf breiten, belebten Bahnen ist nicht zu empfehlen, weil Mitte des Pflasters durch Passage leicht wieder zerstört wird, auch Spannung verloren geht. Besser in ganzer

---

1) Söhlke. Ueber Walzung der Steinpflaster. Zeitschrift des Hann. Arch.- und Ing.-Vereins. Band V. 1859. pag. 53.

Breite, kurze Strecken, thunlichst rasche Wiederherstellung, eventuell unter Zuhülfenahme der Nacht. — Nachtwache und Beleuchtung. *)

III. Unterhaltung der Zubehörungen der Strasse.

Brücken und Durchlässe. Normal-Profil zu erhalten, Unterhaltung des Heerdes. Bei Hochwasser und dessen Ablauf, jede Gefahr für die Brücke in den Umständen entsprechender Weise (Steinwurf, Senkwerke, Uferschutz, sofort abzu-

*) Folgende Vorschriften in der hannoverschen Instruction:

§. 396. Auf der Pflasterbahn ist das Deckmaterial zu erhalten, beziehungsweise durch eine Lage von Kies, grobkörnigen Sand, Raseneisenstein, Damm- oder Kuhlerde zu ersetzen, welche jedoch die hervorragendsten Steinköpfe höchstens $^1/_4$ Zoll bedecken darf. In grösseren geschlossenen Orten darf die Wiederherstellung dieser Decke unterbleiben.

a) Kleine Reparaturen.

§. 397. Pflasterbahnen sind durch kleine Reparaturen nachzubessern, so lange dadurch ein befriedigender Zustand zu unterhalten ist.

§. 398. Die kleinen Reparaturen beschränken sich auf Aushebung und Ersetzung einzelner versenkter oder zerstörter Steine, Ausgleichung der Rücken, Gleise und Mulden.

§. 399. Bei Ausbesserung längerer Mulden in der Richtung der Bahn, können die neu zu legenden Streifen in der Pflasterart hergestellt werden, welche planmässig bei künftiger Unterhaltung des Pflasters zur Anwendung kommen wird.

Auch ist es unter Umständen zulässig, für die neu zu legenden Streifen ein besseres, als das die übrigen Bahntheile bildende Material zu verwenden.

§. 400. Die Unterbettung ist nie mehr und tiefer, als unbedingt nöthig bei Ausführung der kleinen Reparaturen aufzulockern.

§. 401. Die neu einzubringenden Steine sind so hoch zu setzen, dass sie nach vollständiger Bearbeitung durch die Ramme mit den übrigen Bahntheilen in gleicher Höhe stehen.

b) Umlegung des Pflasters.

§. 402. Pflasterstrecken, welche durch kleinere Reparaturen nicht in befriedigendem Zustande gehalten werden können, sind umzulegen.

§. 403. Die Länge der neu zu legenden Strecke soll in der Regel mindestens 15 Ruthen betragen.

§. 404. Die ganze Breite ist gleichzeitig umzulegen. Umlegung in zwei Breitenabschnitten ist nur dann gestattet, wenn die gleichzeitige Umlegung der ganzen Breite den Verkehr übermässig belästigt, oder den Kostenaufwand erheblich erhöht.

§. 405. Ist die Unterbettung nicht von der erforderlichen Güte und Stärke, so ist sie nach den für den Neubau ertheilten Vorschriften zu verbessern. Ist die Oberfläche der Unterbettung sehr uneben, so soll sie bis zum tiefsten Punkt der Unebenheit in ganzer Breite gelockert, geebnet und gleichmässig gedichtet werden.

§. 406. Die eingelegten Strecken sollen in der Regel nicht überhöht werden. [1])

1) d. h. sie sollen die alte Höhe im Längenprofil behalten. Man findet namentlich beim Unterpersonal vielfach das Bestreben, bei jeder Umlegung das Pflaster über seine frühere Lage zu erhöhen, wodurch oft erhebliche unnöthige Kosten verursacht werden, indem die übrigen Theile der Chaussee mit erhöht werden müssen. Die Absicht ist dabei, Verbesserungen im Längenprofil zu erreichen, welche aber häufig ganz ohne Nutzen sind.

stellen. Bei erheblicher Eisbildung von den Jochen, Vorsetzen, Pfeilern und Eisbrechern: Eis zu lösen und zeitig zu zerkleinern. Unterhaltung der Fugung, des ungehinderten Wasserabflusses von Fahrbahnen. — Anstrich des eisernen Oberbaues.

Bei hölzernen Brücken: für Erhaltung der Brückentheile wegen Sicherheit des Verkehrs zu sorgen. Neben unsicheren Balken Nothbalken einzuziehen. Bei Auswechselung des Bohlenbelags alle noch brauchbaren alten Bohlen neben einander, neue ebenfalls neben einander. Bei Besserungen des Bohlenbelags ungleiche Höhen zu vermeiden; Holzanstrich unterhalten. Holzwerk an Brücken und Eisbrechern, von Schlamm, Rasen und Strauchwerk rein zu halten.

Baum- und Buschpflanzungen gehörig im Stande zu halten, Beschädigungen sofort zu beseitigen und zu ersetzen. Obstbäume: Förderung des Wuchses und der Stammstärke. Jedes Frühjahr der ersten 6 Jahre: Stutzen des Leitholzes, Nachsehen der Bänder während Saftperioden, Ausschneiden schadhafter Stellen der Rinde und Verbinden. Längsschnitte zur Entwicklung des Stammes magerer und kränklicher Kernobstbäume, vorsichtig Längsschnitte bei Steinobst, wenn schädliche Harzflüsse nicht zu erwarten.

Lockern und Durchharken der Baumscheibe, an trockenen Stellen Wasserrillen zu den Baumscheiben zu leiten, an nassen Stellen Ränder der Baumscheiben durchschneiden, oder ganz beseitigen. Raupen (im Mai) zu vertilgen, durch Anstreichen und Bespritzen mit Tabacksabsud, Zerdrücken etc., nicht die Bäume mit Theer anstreichen. Der Beschädigung durch Vieh oder Frevel ausgesetzte Bäume, durch Mauern, welche etwa 2 Fuss hoch in einem Ringe von 4 Fuss äusserem Durchmesser in Chausseeschlamm aufgesetzt werden, Schlammhaufen, Dornen, oder sonstige Mittel zu schützen.

So lange Bäume nach Grösse und Stärke noch nicht zum Fruchttragen geeignet, sind Blüthen gleich nach Entwickelung auszubrechen. — Wurzelausläufer unmittelbar an ihrem Ursprunge zu beseitigen; Rinde der Bäume soll glatt, weich, und frei von Moos erhalten werden; wenn nicht so beschaffen, mit dünner Auflösung von gelöschtem Kalk zu überziehen.

Sind die Kronen junger Stämme der Beschädigung durch den Anfall grösserer Vögel ausgesetzt, so ist am oberen Ende der Baumstange ein Dornen- oder Nadelholz, oder eine Querstange zu befestigen, (z. B. die Krähen setzen sich gern auf die Krone junger Bäume, und brechen leicht die Zweige ab.) — Gegen Hasenfrass: Umstellen der Stämme durch mit einer Weide befestigtes Langstroh, oder Busch, welche von Schnee, bis wenigstens halber Höhe, frei zu halten; In der Reifezeit und bei Aberntung der Früchte, Bäume vor Beschädigung zu schützen; Bäume, welche seit länger, als 10 Jahren gepflanzt, in der Regel nicht zu versetzen.

Waldbäume. Auf Stammstärke hinzuwirken, Nebenäste glatt über dem Saum wegzunehmen; Köpfen nur, wenn Baumart es verträgt, oder Verkehr durchaus erfordert. Ausläufer an Wurzeln und Stämmen zu beseitigen, gegen Beschädigung durch Vieh zu schützen, (wie bei den Obstbäumen.)

Das Köpfen vertragen z. B. Pappeln, Linden, Eschen etc., nicht aber z. B. Birken, die keine ordentliche Krone wieder bekommen. Der Verkehr kann das Köpfen erforderlich machen, wenn die Zweige eine zu grosse Ausdehnung erlangt

---

Anfang und Ende jeder umgelegten Strecke muss in die Fläche der alten Bahn allmählig auslaufen.

§. 407. Im Uebrigen finden die Vorschriften über den Neubau des Pflasters auch auf Umlegungen Anwendung, auch ist bei Umlegungen die allgemeine Regelung des Querprofils der Strase, so weit nöthig, vorzunehmen.

§. 408. Wird der auf Pflasterbahnen sich sammelnde Schlamm dem Verkehre lästig, so ist derselbe zu beseitigen. Dabei sind die für das Abschlämmen geltenden Vorschriften zu beachten.

§. 409. Die Vorschriften über Sperrzeichen finden auch hier Anwendung. In den Sommermonaten sind jedoch Sperrzeichen, abgesehen von sehr dringlichen Fällen, nur auf umgelegten, oder reparirten Strecken, gleich nach Ausführung dieser Besserungen auszulegen.

Ueber Walzung des Steinpflasters das betreffende Capitel nachzusehen.

haben oder die Bäume vielleicht am Kopfe zu schwer geworden sind, und deshalb vom Sturme leicht umgeworfen werden.

Buschpflanzungen auf Böschungen und Bermen in möglichst vortheilhaftem Betriebe so zu verjüngen, dass einerseits der Erhaltung und dem Schutze der Strasse genügt wird, andererseits die anliegenden Grundstücke nicht beschädigt werden, (z. B. durch Beschattung und Laubfall). Buschpflanzungen neben Ueberläufen in angemessener Kürze zu halten.

Meilensteine, Nummersteine und Wegweiser vollzählig, in gutem Zustande und deutlich erkennbarer Schrift zu halten.

Gebäude in baulich gutem Zustande zu halten, Dächer mit besonderer Sorgfalt nachsehen.

Fünfter Abschnitt.

Ueber die Walzen und die Walzoperation.

Die Einführung des Walzens beim Neubau und der Reparatur der Strassen ist zugleich, neben Befolgung rationeller Grundsätze über die Auswahl und Verwendung des Materials, als einer der wesentlichsten Fortschritte im Chausseebau zu bezeichnen. Man darf keine Kosten scheuen zur vollkommnen Dichtung und Befestigung der neuen Steinschlagdecke und der grösseren Reparaturen durch Anwendung der Walzen.

Ein gehörig festgewalzter Steinbahnkörper enthält etwa 70 bis 80 Procent Steinmaterial, ein ungewalzter etwa 35 bis 45 Procent, daher die von löslichen Stoffen gefüllten Zwischenräume im ersteren 25—20%, im anderen dagegen 55—65%, also fast das Dreifache, betragen. Desshalb Widerstand vom Regen und Thauwetter durchweichter, ungewalzter Bahnen gegen Eindringen von Wagenrädern sehr gering.

Grosser Nachtheil, wenn Material, was sich lediglich unter Druck der Wagenräder langsam verbinden soll, vor der Consolidation sich abrundet und zum Theil nutzlos zerdrückt wird, nicht zu gedenken der grossen Plage, welche dem Fuhrverkehr durch Festfahren der Strasse erwächst. — Ungewalzte Strassen verdienen daher nicht den Namen Kunststrasse.

Hauptsächlich soll erreicht werden, dass die scharfkantigen Steine möglichst durch Ineinanderhaken und feste Berührung sich zu einem Ganzen verbinden; es ist desshalb die Anwendung erdiger Bindemittel zur Beschleunigung der Bindung des frisch verbauten Steinschlags unter allen Umständen dadurch verderblich, dass sie der innern Festigkeit der Bahn und der nachhaltigen Ebenheit ihrer Oberfläche grossen Abbruch thut, wesshalb dies schädliche Verfahren (gleich einer verfrühten oder übermässigen Benutzung des steinigen und kiesigen Bindematerials) kräftig unterdrückt werden muss.

Die Construction der Walzen ist in verschiedenen Ländern sehr verschieden; erforderlich ist, dass sie veränderlich belastet werden können, zur Verhütung des Umdrehens an beiden Enden zum Vorspannen eingerichtet, weil Umwenden auf nicht consolidirten Bahnen oder im Erdkasten schwierig, und meistens auch mit Vorrichtungen zum Hemmen versehen sind. Um die Achsenreibung zu umgehen, verlangen Einige, dass man die Belastungsgewichte in oder an dem Walzcylinder selbst anbringe. Doch kann man angehängte Belastungskasten sehr bequem belasten, und nach in Hannover angestellten Versuchen betrug die Zugkraft wegen der Achsenreibung an einer neuen Walze bei völliger Belastung der Kasten nur 15 ℔. Dies ergiebt nahezu die Rechnung auch, wenn man in $P = \frac{\varrho f Q}{r}$ setzt: $r = 36''$; $\varrho = 1''$; $f = 0{,}08$; $Q = 6000$ ℔, wo sich P zu 13 ℔ findet.

De Cessart soll 1787 zuerst Comprimiren der Chausseen durch schwere Walzen eingeführt haben. Seine Walze 8′ lang, 3′ Durchmesser und 70 Centner schwer. Ausgedehntere Anwendung in Frankreich durch Polonceau, (Erbauer der Carousselbrücke in Paris) 1830[1]).

---

1) Ueber Chausseewalzen von Treuding. Zeitschrift des Hannov. Arch.- und Ing.-Vereins. Band VII. Heft 1 u. 2. 1861.

Erste Walzen: hohle, auch massive hölzerne Cylinder mit Eisen beschlagen, mit Steinen, Sand oder Lehm gefüllt. 1,5 Meter lang, 2 m Durchmesser, ohne Belastung 3115 Kil., mit Belastung 8000 Kil. Vielfache Reparaturen, daher besonders in Deutschland, von Stein, meistens Granit. Verlieren bald runde Form, desshalb ungleichmässige Wirkung, Erschwerung der Zugkraft. Gewicht nur durch Belastung der Achsen variabel. Für Anfang der Walzoperation zu schwer.

Daher durch hohle gusseiserne Walzen ersetzt: unveränderlicher, Gewicht durch Wandstärke zu normiren, Belastung im Innern.

Gestelle (Ziehgatter), aus Holz oder Schmiedeeisen.

Beschwerung im Innern, oder durch unter oder auf dem Ziehgatter befindliche Kasten, mit Steinen, Kies, Sand, Lehm, Gusseisenstücken, in neuerer Zeit auch Wasser,

Beschwerungskasten am besten unter Gestell, leichter zu füllen und zu entleeren; über demselben: schwankt Walze zu sehr.

Um Transport und Fortschaffung auf schlechten Wegen zu erleichtern, Gestell mit Rädern versehen und Walze zum Aufschrauben; (Walze von Bouillant). Schützt beim Transport gegen Umwerfen[1]). Bei einseitigen Walzen auch Trabantenrad vor derselben, um Zugthieren das Gewicht des Gatters abzunehmen.

Walze von Houyau, wobei sich der belastete Kasten auf einer Drehscheibe, nebst der Deichsel drehen lässt.

Walzen mit Wasserfüllung. Uebelstände, wenn nicht ganz gefüllt auf Steigungen, weil das Schwanken des Wassers die Zugkraft ruckweise vermehrt und überhaupt ein bedeutendes Uebergewicht wegen der horizontalen Stellung des Wassers entsteht.

Im grossen Durchschnitt kann Gewicht einer völlig belasteten Walze zu 120 Ctr. angenommen werden, zu deren Fortbewegung bei schon einigermassen befestigter Bahn und bei gewöhnlich vorkommenden Steigungen, etwa 6 bis 8 Pferde erforderlich sind.

Kosten des Walzens vom Durchmesser, Art und Weise der Belastung, geringer oder grösserer Zugkraft der Pferde, Niveauverhältnissen der Bahn, Witterung und Art des Materials verschieden, variiren z. B. von 14 *sgr* bis $1^3/_4$ ℔ pr. □Ruthe frischer Steinschlagdecken von 3 bis 4 Zoll Mächtigkeit, im Mittel zu 1 ℔ pr. □Ruthe zu rechnen[2]). Principmässig die Anordnung: die unbefestigten Lagen zuerst mit Walze von geringem Gewicht zu befahren, und dann mit nach und nach zu belastender schwerer Walze, um Zugkräfte möglichst auszunutzen, und weil der festgewordene Steinkörper immer mehr tragen kann und Steinschlag sich weniger verschiebt. Geschwindigkeit der Pferde etwa 2 Fuss per Secunde.

Polonceau[3]) hat eine, wie das Querprofil geformte, concave Walze angewendet, welche aus mehrfachen Gründen unzweckmässig ist. Auch verringert sich bei dieser Form der Druck pro Flächeneinheit der Strasse.

Eine Walze von 5′ Durchmesser und 4′ Länge mit $1^1/_2$″ Wandstärke und inneren Verstärkungsrippen wiegt incl. des Zuggatters, der Deichsel etc. etwa 55 Centner, bei 2″ Wandstärke 70 Ctr., bei grösserer Wandstärke und Anwendung von Scheiben zum Verschluss der Stirnflächen etwa 85 Ctr. Die Belastung einer solchen Walze mit Wasser noch etwa 25 Ctr, und mit festen Materialien, je nach deren Beschaffenheit 35 bis 65 Centner.

In Hannover[4]) hat sich am meisten eine Walze bewährt aus einem 3″ dicken Cylinder-Mantel von Gusseisen, von 3′ 8″ Länge und $6^1/_2$′ Höhe, mit gegossenen Speichen an beiden Stirnen zum Anbringen der Drehachse, mit einem geeigneten Gestell zum Anspannen von 6 bis 10 Pferden. Pferde können umgespannt werden.

---

1) Indessen ist die Zweckmässigkeit dieser Construction sehr anzuzweifeln, da nicht einzusehen, wie eine solche Walze auf schlechten Wegen leichter zu transportiren ist, wenn man sie auf ein mangelhaftes Fuhrwerk mit niedrigen Rädern bringt, und da gewiss die wälzende Reibung der Walze geringer ist, als die Gesammtreibung des Fuhrwerks. Will man beim Transport auf sehr unebenem Terrain das Umwerfen der Walze verhüten, so steckt man durch das Gestell an jeder Seite einen 20ger Sparren als Hebel, woran zwei Mann die Walze gegen Umfallen halten können.

2) Bokelberg über das Festwalzen des frisch aufgebrachten Steinschlags bei Herstellung und Reparatur von Chausseen. Zeitschrift Band IV. 1858. pag. 138.

3) Annales des ponts et chauss. 1837. 2t. Sem. pag. 381.

4) Bokelberg. Zeitschrift des Hannov. Arch.- und Ing.-Vereins, Band IV. 1858. pag. 137.

Durch künstliche Beschwerung allmählig Totalgewicht auf 140—150 Centner, durch Anbringung von Belastungsquadern, symmetrisch, radial anzubringen.

Mit Walzen dieser Bauart, jeder Streifen einer 3—5″ starken Steinschlagdecke 25—100 mal (je nach Materialbeschaffenheit, Dicke der Schüttung und anderen Umständen) zu walzen, bevor Bahn dicht und eben genug.

Für das Walzungsverfahren selbst gelten in Hannover folgende Vorschriften:

(§. 148.) Steinschlag und Grandbahnen sind, bevor sie dem Verkehr übergeben werden, mit der Walze zu dichten, wenn nicht sehr erhebliche Hindernisse entgegenstehen. (Starke Steigungen, oder wenn die Walzen von weit her zu schaffen etc.)

(§. 149.) Walzung des Unterbaus. Hierbei die Walze nicht belastet, kein Bindematerial verwandt und Walzung nicht bis zur Glättung der Oberfläche fortgesetzt; auch werden die Borde nicht von der Walze berührt. Im Uebrigen finden die folgenden Vorschriften über Walzung des Oberbaus, auch auf Walzung des Unterbaus Anwendung.

(§. 150.) Walzung des Oberbaus. Ist der Untergrund der Steinbahn so weich, dass eine Verdrückung des Steinbahnkörpers durch die Walze sich befürchten lässt, so ist das Walzverfahren bis zu ausreichender Austrocknung auszusetzen.

(§. 151.) Länge der im Zusammenhange zu bearbeitenden Strecke soll thunlichst mindestens 80 und höchstens 150° sein. (Um das zeitraubende Umspannen zu vermeiden.)

(§. 152.) Auf ein und derselben Strecke sind möglichst mehre, in der Regel auf einander folgende Walzen zu verwenden; (so folgend, dass sie beim Umspannen sich nicht hinderlich sind).

(§. 153.) Die Stärke der Bespannung ist so zu bestimmen, dass weder durch Verwendung einer zu grossen Pferdezahl unnöthige Kosten verursacht, noch die Pferde durch übermässige Anstrengung zur Verschiebung des zu walzenden Materials gezwungen werden. Die Bespannung kann gegen den Schluss des Walzverfahrens geringer sein, als beim Beginn desselben.

(§. 154.) Geschwindigkeit der Walze soll so sein, wie es der richtige natürliche Schritt der Zugthiere zulässt, (denn die Wirkung der Walze wächst mit der abnehmenden Geschwindigkeit des Zuges.)

(§. 155.) Belastung der Walze: beim Beginn des Walzverfahrens keine; ist einige Consolidation eingetreten, so ist Anfangs schwächer, allmählig stärker und schliesslich vollständig zu belasten.

(§. 156) Züge der Walze beginnen an der Seite der Steinbahn, unter anfänglicher Schonung der Bordsteine. Der erste Zug der Walze geht auf der ganzen Länge der zu bewalzenden Strecke an der einen Seite hin, an der anderen zurück; jeder folgende Zug verfolgt dieselbe Richtung, wie der erste, und deckt theils einen im letzten Zuge überwalzten, theils einen der Mitte näher liegenden Streifen der Bahn, bis die Walze die Mitte überfährt. Dann wird die Walzung wieder an den Seiten begonnen und in derselben Weise fortgesetzt. Von diesem Verfahren kann aus Rücksichten auf Herstellung des normalen Querprofils und auf Gleichmässigkeit der Dichtung, abgewichen werden.

(§. 157.) Fehlt es zur Dichtung der Steinbahn an natürlicher Nässe, so ist Wasser nach Bedarf zuzuführen, dabei ist jedoch nachtheilige Erweichung des Untergrundes zu vermeiden.

(§. 158.) Wenn das Gestein, der Härte oder abgerundeten Form wegen, die zur Füllung der Zwischenräume erforderlichen Splitter unter der Walze nicht abgiebt, oder für sich nicht in Bindung tritt, so ist, sobald die unteren Lagen einigermassen befestigt sind, steiniges Füllmaterial allmählig und in geringen Mengen einzustreuen; es ist damit bis zur Füllung der oberen Schichten fortzufahren. (Das Füllmaterial fällt nämlich zuerst durch die oberen Schichten und füllt die Zwischenräume der unteren.)

(§. 159.) Ist das Walzverfahren so weit vorgeschritten, dass die obere Steinlage sich nicht mehr vor der Walze verschiebt, so sind die Lücken in der Oberfläche der Bahn vollständig mit Steinschlag auszufüllen.

(§. 160.) Ist die Decklage vollständig gelagert, so wird zunächst das reservirte Steingrus und dann sonstiges Bindematerial gleichmässig auf der Bahn vertheilt, eingefegt, und die Walzung bis zur vollständigen Dichtung der Bahn fortgesetzt.

(§. 161.) Ist durch das im vorstehenden Paragraphen beschriebene Verfahren eine schützende Decke der Bahn nicht erreicht und ist ein geeignetes Material (scharfer Kies, oder Grand) mit verhältnissmässigem Aufwande zu erlangen, so wird der Bahn damit eine Decke von $^1/_4$ Zoll Stärke gegeben und diese mit der Walze überfahren.

(§. 162.) Nach Eröffnung der Steinbahn für den Verkehr sind die durch herausgetriebene Steine entstandenen Lücken sofort mit Steinschlag auszufüllen und festzustampfen. Desgleichen sind aufgetriebene Stellen und Ränder niederzustampfen.

(§ 163.) Vollständige Glättung der Bahn ist durch Auslegen von Sperrzeichen zu bewirken.

Walzen des Pflasters. In neuerer Zeit hat man auch das Pflaster gewalzt und dadurch bessere Erfolge, als durch Abrammen desselben erzielt. Im Osnabrückschen wurden vom Wegbaumeister Söhlke[1]), 1925 laufende Ruthen 10 bis 12 Fuss breites Pflaster durch Walzen wieder hergestellt. Zwei Walzen, eine ohne Belastung 130 Ctr., die andere mit Belastung 108 Ctr., jede von 6 Pferden gezogen. Pflaster auf Sanduntergrund zuerst, auf feuchtem Lehmboden zuletzt vorgenommen. Jede Seite des Pflasters (in der Weise, wie bei Steinschlagbahnen angegeben) 6 mal, die Mitte 4 mal vorher mit 100 ℔ (4 Mann) nachdem zuvor Bedeckungsmaterial abgezogen war; kurz mit jeder Walze überfahren, schweren Rammen nachgerammte Pflasterstrecken wurden durch die Walze noch um 1 Zoll comprimirt.

Kosten für 1925 lfde Ruthen. Für Bespannung der Walzen auf 103 Arbeitsstunden mit 12 Pferden oder 1236 Pferdestunden à $2^2/_3$ ggr = 137 ℛ 8 ggr, Begleitung der Walzen 16 Tagelöhner à 8 ggr = 5 ℛ 8 ggr, Schmiere und sonstige Nebenausgaben 2 ℛ 8 ggr, zusammen 145 ℛ, also nicht voll 1 ggr 10 ₰ pro lfde. Ruthe, setze 2 ggr; das bisher übliche Nachrammen mit 100 ℔ schweren Rammen erfordert für 4 Mann à 8 ggr und 16 Ruthen täglicher Leistung ebenfalls pr. lfde. Ruthe 2 ggr.

Vorschriften für Walzung des Pflasters.

(§. 410.) Kleinere Unebenheiten der Bahn und vereinzelte Hebungen in den Steinen sind mit der Ramme, Unebenheiten von grösserer Ausdehnung mit der Walze zu beseitigen.

(§. 411.) Die Walze ist sofort nach Frostaufgang, und zwar zunächst auf solchen Abtheilungen anzuwenden, in denen sich nach Lage und Beschaffenheit der Untergrund am frühesten wieder befestigt.

(§. 412.) Von den mit der Ramme oder Walze zu bearbeitenden Strecken ist zuvor die Decke abzuziehen und rein abzufegen.

(§. 413.) Auf derselben Strecke sind, wo möglich, zwei auf einander folgende Walzen zu verwenden. Die Walzen sollen hinreichende Schwere haben, mindestens 100, thunlichst nicht unter 140 Ctr.

(§. 414.) Die Walze ist in der für Wiederherstellung des Querprofils oder einer ebenen Oberfläche wirksamsten Weise zu führen, unter sorgfältiger Berücksichtigung der jeweiligen Verhältnisse.

(§. 415.) Sind einzelne kleine Stellen im Pflaster zu stark gehoben, gesenkt oder gänzlich zerstört, so sind diese vor der Walzung umzupflastern.

---

1) Zeitschrift des Hannov. Arch.- und Ing.-Vereins, Band V. Heft 1. 1859. Söhlke, über Walzung der Steinpflaster.

Anhang.

I.

Notiz über die zulässigen Kosten des Deckenmaterials von verschiedener Festigkeit.

Seien A die Anlagekosten für Ankauf, Anfuhr, Kleinschlagen und Verbauen des Deckenmaterials pro Einheit;

n die Anzahl Jahre, welche die Decke bis zur Neulegung hält;

B sei der Werth des dann noch verbliebenen alten Materials pro Einheit;

h sei die Festigkeit (Widerstandsfähigkeit) des Steins zur Decke, in irgend einer Einheit ausgedrückt.

F seien die jährlich erforderlichen laufenden Flickkosten, also die (mit der Härte des Materials zusammenhängenden) Reparaturkosten wegen des Verkehrs, während die Einflüsse der Witterung in der folgenden Rechnung nicht berücksichtigt werden können.

Vorausgesetzt werde, dass sich die Flächen der Würfel, zu welchen die Steine zerschlagen werden, wie umgekehrt die zulässigen Festigkeitscoefficienten verhalten und dass von beiden Materialien, welche verglichen werden sollen, jedes zu einer gleichen Widerständen entsprechenden Grösse, wobei sie mit der Walze noch gut gedichtet werden können, sich zerschlagen lassen.

Ferner werde vorausgesetzt, dass die Dauer der Decken sich wie die $x$te Potenz der Festigkeit pro □Zoll des Materials zum Steinschlag verhalte.

Zur Ermittelung des Werths von x darf man folgende Betrachtung anstellen: Vorausgesetzt, dass die Zerstörung des Materials zumeist durch Zerdrückung geschehe, müssen sich, um gleichen Widerstand zu leisten, die Flächen S^2 und $S_1{}^2$ der Würfel, wie umgekehrt die zugehörigen Festigkeiten h und h_1 verhalten, also

$$h : h_1 = S_1{}^2 : S^2,$$

oder

$$\sqrt{h} : \sqrt{h_1} = S_1 : S.$$

Diese Annahme setzt voraus, dass die zur Berührung gelangende Fläche des Rades auch wenigstens so gross, wie S_1 (weicheres Material) sei. Dies ist indessen bei schmalen Felgen um so weniger der Fall, je weicher das Material ist[1]); z. B. ein Rad mit 3″ breiten Felgen ist bis auf 1 Zoll Breite der Berührung abgenutzt und berührt bei 5′ Durchmesser auf 1″ Länge des Umfangs die Bahn also mit 1 □Zoll. Mithin wird hartes Material (1 und 2 der Tabelle) von $1^1/_4$″ Seite fast ganz berührt, weicheres von 2″ Seite aber nur auf $^1/_4$ seiner Fläche, kann also nicht im Verhältniss der Fläche widerstehen. Die obige Annahme wird erst richtig bei 6″ breiten Felgen, wo man 4 □″ Berührungsfläche voraussetzen darf. Da nun auch schweres Fuhrwerk mit z. B. 4″ Felgenbreite häufig vorkommt, so ist die obige Annahme für sehr weiches Material zu günstig.

---

1) Vergl pag. 116.

Die zerdrückten Material-Quantitäten oder die Volumina der Steine, welche durch dieselbe Last in derselben Zeit zerdrückt werden, verhalten sich aber wie die dritten Potenzen der Seiten, oder

$$V : V_1 = S^3 : S^3{}_1,$$

oder

$$V : V_1 = h_1{}^{\frac{3}{2}} : h^{\frac{3}{2}}.$$

Berücksichtigt man, dass viele Steine von unregelmässiger und kleinerer Form, als die vorgeschriebene fallen, welche also (da 10fache Sicherheit gegen Zerdrücken angenommen) unter gleichen Umständen eher an der Grenze, wo sie zerdrückt werden, bei weichem Material, als bei hartem sich befinden, ferner dass das weiche Material der Witterung weniger widersteht, mehr Feuchtigkeit anziehenden Koth bildet u. s. w., so kann man für obige Proportion bei Materialien von sehr verschiedener Härte mit der Erfahrung stimmend setzen:

$$V : V_1 = h^2{}_1 : h^2,$$

d. h. die in gleichen Zeiten zerdrückten Volumina verhalten sich umgekehrt, wie die Quadrate der Festigkeiten der Materialien, oder auch nach der obigen Bezeichnung ist $x = 2$.

Die Erfahrung und Beobachtung bestätigt diese von Launhardt zuerst theoretisch begründeten Annahmen, so weit sich bis jetzt beurtheilen lässt, in so fern, als man nach Bokelberg, dem man die gründlichsten Forschungen über diesen Gegenstand verdankt, das Folgende annehmen darf:[1])

1) Die quantitative Abnutzung des Materials in der Oberfläche der von schweren Fuhrwerken stark benutzten Steinschlagbahnen steht im umgekehrten Verhältnisse der $1^1/_2$fachen Potenz der rückwirkenden Festigkeit derselben, wenn letztere nicht über das doppelte Maass von einander abweicht.

2) Für Materialien von mehr als 16000 ℔ Festigkeit (pro Quadratzoll der Grundfläche geschliffener Würfel) ist statt der $^3/_2$ Potenz nur die $^5/_4$ Potenz der Festigkeitszahl in der vorgedachten Beziehung zu Grunde zu legen.

3) Kommt dagegen das Abnutzungsmaass solcher Gesteine zur Vergleichung, deren Festigkeit sehr weit und zwar mindestens um das Doppelte von einander abweicht, und von welchen das festere Gestein ohnehin von grösserer Dauerhaftigkeit gegen chemische Zersetzungen ist, als das minder feste, so darf ein zwischen der anderthalbfachen und der zweiten Potenz der rückwirkenden Festigkeit liegendes Verhältniss angenommen werden.

4) Und ist der Unterschied in der Festigkeit mindestens dreifach, so steht die Haltbarkeit des Gesteins nahezu im Verhältniss mit der doppelten Potenz der rückwirkenden Festigkeiten.

Die Erfahrung sub 4 ist aus dem Obengesagten über die Vertheilung des Drucks der Räder und daraus erklärlich, dass viele Steine von unregelmässiger und kleinerer Form, als die vorgeschriebenen, fallen, welche also (da 10fache Sicherheit gegen Zerdrücken angenommen zu werden pflegt) unter gleichen Umständen bei weichem Gestein eher an der Grenze, wo sie zerdrückt werden, sich befinden, als bei hartem Material, und dass im Allgemeinen das weiche Material weniger der Witterung widersteht, mehr die Feuchtigkeit anziehenden Koth bildet u. s. w., während sub 2 sich erklärt, wenn die Abnutzung zu einem gewissen Theil durch Abreibung erfolgt, wobei sie sich bei Würfeln von ungleicher Festigkeit, wie die für gleichen Widerstand erforderlichen Flächen, also umgekehrt wie die einfachen Potenzen der Festigkeiten verhalten würde etc.

Hiernach ersetzte also z. B. unter übrigens gleichen Umständen ein Cubikfuss Basalt von 20000 ℔ Festigkeit pro Quadratzoll (des geschliffenen Würfels) etwa

1,16 Cubikfuss Basalt von 18000 ℔ Festigkeit,
1,34 „ „ „ 16000 „ „
1,70 „ „ „ 14000 „ „
2,15 „ kieselige Grauwacke von 12000 ℔ Festigkeit,
3,00 „ kiesel. Korallenkalks „ 10000 „ „
3,80 „ „ „ „ 9000 „ „

1) Bokelberg, Vortrag über den Nutzungswerth der Wegbaumaterialien von verschiedener Beschaffenheit. Zeitschrift des Arch.- und Ing.-Vereins für das Königreich Hannover. Band VII. Heft 4. 1861. pag. 357.

5,00 Cubikfuss Muschelkalk von 8000 ℔ Festigkeit,
7—8 „ Sandstein „ 7000 „ „
9—11 „ Kreidekalk „ 6000 „ „

Indessen ist zu berücksichtigen, dass sich diese Verhältnisszahlen auf das Material im verbauten und festgewalzten Zustande beziehen, wesshalb man, um den Preis z. B. am Gewinnungsorte zu beurtheilen, für jedes Material die Kosten der Anfuhr, des Kleinschlagens, Verbauens etc., von den nach diesen Verhältnisszahlen zulässigen Preisen absetzen muss.

Ferner ist die mittlere Festigkeit ein und desselben Materials in Rechnung zu ziehen, deren Werth für die Anwendung durch eine gleichmässige Festigkeit indirect erhöht wird.

Der Einfacheit halber möge im Folgenden die zweite Potenz zu Grunde gelegt werden und dieselben Bezeichnungen wie im Eingange, mit einem Index versehen, mögen für ein anderes Material gelten.

Bei Verwendung eines gleichen Quantums von Materialien in beiden Fällen muss sich daher die Dauer der Decke verhalten, wie die Quadrate der Festigkeiten, oder

$$n : n_1 = h^2 : h_1^2 \text{ [1]}$$

und hieraus

$$1) \quad n_1 = \frac{h_1^2 n}{h^2}.$$

Die Material-Quantitäten, welche zu den vom Verschleiss herrührenden jährlichen Reparaturen erforderlich sind, werden sich wie umgekehrt die Dauer des Materials, oder was dasselbe, wie umgekehrt die Quadrate der Festigkeiten verhalten, also nennt man diese Q und Q_1

$$2) \quad Q : Q_1 = h_1^2 : h_2;$$

Sind aber A und A_1 die Eingangs erwähnten Kosten pro Einheit des Materials, so verhalten sich auch die Flickkosten F in Geldwerth:

$$F : F_1 = AQ : A_1 Q_1,$$

oder auch nach 2.:

$$3) \quad F : F_1 = A h_1^2 : A_1 h^2,$$

daraus

$$4) \quad F_1 = \frac{F A_1 h^2}{A h_1^2}.$$

Um ganz allgemein zu rechnen, werden zuerst die Zinsen des Anlagecapitals berücksichtigt, welche zu berücksichtigen nicht erforderlich ist, wenn z. B. der Staat jährliche Beiträge zur Unterhaltung liefert, welche selbst als Zinsen eines Capitals (Steuern etc.) betrachtet werden müssen. Ist nun z der Zinsfuss, z. B. bei 4 %, also $= {}^4/_{100} = 0{,}04$, so sind, wenn man noch der Einfachheit halber die jährlich erforderlichen Rücklagen, um nach n resp. n_1 Jahren eine neue Decke (nach Abzug des Werths der alten) ankaufen zu können, nicht mit verzinst, die jährlichen Unterhaltungskosten wegen der Verzinsung des Capitals $= Az$; wegen der jährlichen Flickereien $= F$; wegen des jährlichen Verlusts durch Abnutzung durchschnittlich $= \frac{A - B}{n}$; mithin die gesammten Kosten durchschnittlich pro Jahr:

$$Az + F + \frac{A - B}{n}.$$

---

[1]) Denn es verhalten sich die Dauerzeiten eines gleichen Quantums, wie umgekehrt die Abnutzungen in der Zeiteinheit, oder

$$n : n_1 = \frac{1}{V} : \frac{1}{V_1} = \frac{1}{h_1^2} : \frac{1}{h^2},$$

oder

$$n : n_1 = \frac{1}{h_1^2} : \frac{1}{h^2},$$

also

$$n : n_1 = h^2 : h_1^2.$$

Setzt man durchschnittlich und beispielsweise $B = {}^1/_{10} A$, so werden die jährlichen Kosten

$$5) \quad Az + F + \frac{9A}{10n} .$$

Für die andere Decke hat man eben so

$$6) \quad A_1 z + F_1 + \frac{9A_1}{10n_1}$$

und aus 4 den Werth

$$F_1 = \frac{FA_1 h^2}{Ah_1^2}$$

substituirt, wird, 1 noch berücksichtigt, 6 zu

$$A_1 z + \frac{FA_1 h^2}{Ah_1^2} + \frac{9A_1}{\frac{10h_1^2 n}{h^2}} = A_1 z + \frac{FA_1 h^2}{Ah_1^2} + \frac{9A_1 h^2}{10h_1^2 n} .$$

Setzt man nun diese jährlichen Kosten gleich und löst für A_1 auf, so kann man ermitteln, wie viel das Material von der Festigkeit h_1 verbaut kosten darf, wenn das von der Härte h die Kosten A verursacht; man hat nämlich

$$A_1 \left(z + \frac{Fh^2}{Ah_1^2} + \frac{9h^2}{10h_1^2 n} \right) = Az + F + \frac{9A}{10n} ,$$

oder

$$\text{I.} \quad A_1 = \frac{Az + F + \frac{9A}{10n}}{z + \frac{Fh^2}{Ah_1^2} + \frac{9h^2}{10h_1^2 n}} .$$

Beispielsweise werde für eine 20 Fuss breite Steinbahndecke pro laufende Ruthe $^1/_6$ Faden Basalt verbraucht, welcher fertig eingebracht und gedichtet, à Faden 120 ℔ kostet, also für die Decke pro lfde. Ruthe $A = 20$ ℔. Die jährlichen Flickkosten mögen 1 ℔ $= F$ pro lfde. Ruthe betragen und n sei $= 12$ Jahren. Endlich sei der Zinsfuss 4 Procent, also $z = 0{,}04$. Es verhalte sich die Festigkeit dieses Materials zu der des in Vergleich kommenden, wie 2 : 1, also

$$h : h_1 = 2 : 1 ,$$

so darf nach Formel I. dies weichere Material pro lfde. Ruthe kosten:

$$A_1 = \frac{20 \,.\, 0{,}04 + 1 + \frac{9 \,.\, 20}{120}}{0{,}04 + \frac{4}{20} + \frac{36}{120}} = \frac{0{,}8 + 1 + 1{,}5}{0{,}04 + 0{,}2 + 0{,}3} = \frac{3{,}30}{0{,}54} = 6{,}11 \text{ ℔} ,$$

also der Faden fertig eingebracht und gedichtet 36,66 ℔.

Wird die Frequenz sehr gross, so kann man entweder voraussetzen, dass bei gleichbleibenden Flickkosten die Dauer n sich verkürze, oder auch dass sie dieselbe sein solle und dass man mehr flicken wolle. Erhöhen sich die jährlichen Flickkosten so weit, dass man ganz damit die Decke erhält, so geht man also von dem zuerst vorausgesetzten Deckenbetriebe zum Flicksystem über.

Wird im vorigen Beispiel wegen sehr starker Frequenz z. B. $n = 3$, so erhält man aus I.:

$$A_1 = \frac{20 \,.\, 0{,}04 + 1 + \frac{9 \,.\, 20}{30}}{0{,}04 + \frac{4}{20} + \frac{9 \,.\, 4}{30}} = \frac{7{,}80}{1{,}44} = 5{,}41 \text{ ℔} ,$$

woraus also folgt: dass je stärker die Frequenz, um so weniger hoch darf man vergleichsweise das weichere Material bezahlen.

Setzt man Flicksystem voraus, so fällt aus I. das Glied, welches die Wiedergewinnung des Capitals vorstellt, heraus und ist z. B. dann F für das Material von der Härte h jährlich $= 8$ ₰, so hat man

$$\text{II.} \quad A_1 = \frac{Az + F}{z + \frac{Fh^2}{Ah_1^2}},$$

oder in Zahlen:

$$A_1 = \frac{20 \,.\, 0{,}04 + 8}{0{,}04 + \frac{8 \,.\, 4}{20}} = \frac{8{,}8}{1{,}64} = 5{,}36 \text{ ₰};$$

Wird die Verzinsung des Capitals, wie früher angegeben, nicht gerechnet, so wird aus I. nach gehöriger Reduction:

$$\text{III.} \quad A_1 = \frac{Ah_1^2}{h^2} \left(\frac{nF + 9A}{nF + 9A} \right) = \frac{Ah_1^2}{h_2}$$

und das härtere Material kommt noch mehr im Vortheil, denn man kann es im Verhältniss der Quadrate der Festigkeiten höher bezahlen. Man erhält dann für das zuerst berechnete Zahlenbeispiel:

$$A_1 = 20 \,.\, {}^1\!/_4 = 5 \text{ ₰};$$

dasselbe erhält man natürlich für den Flickbetrieb, wenn man in II. die Verzinsung dadurch, dass man $z = 0$ setzt, ebenfalls vernachlässigt.

Gegen derartige Rechnungen lassen sich allerdings in der Anwendung manche praktische Einwände machen, und es sind noch mancherlei sonstige Ueberlegungen nöthig, da z. B. nicht blos die Festigkeit, sondern auch die Fähigkeit des Materials, der Witterung zu widerstehen, also seine chemische Beschaffenheit etc., in Frage kommen, so dass z. B. je weniger die Witterung und je mehr die Frequenz in Frage kommt, um so zutreffender die gefundenen Resultate sein würden. Doch dienen sie immerhin dazu, richtige Gesichtspunkte zur Beurtheilung des ökonomischen Werths zu vergleichender Materialien zu geben. Dass diese Resultate indessen nicht allein den Ausschlag zur Wahl des Materials für eine bestimmte Strasse geben können, ist selbstredend, z. B. Basalt wickelt im Winter an feuchten Stellen, quarziges Material nicht, dagegen giebt er eine mildere Bahn, als letzteres; man könnte ihn daher auf trocken gelegenen Höhen anwenden und in der eingeschlossenen Ebene ein quarziges Material von gleicher Festigkeit vorziehen u. s. w. Derartige Erwägungen müssen der Umsicht des Technikers überlassen bleiben und können in Formeln nicht so weit gewürdigt werden, dass die Entscheidung über diese Fragen nur ein mathematisches Problem würde.

Inspections-Bezirk. *Neubau* 18

II.

Kosten-Anschlag

über

die Anlage der Chaussee von N... nach N...

und zwar in der Abtheilung von . . . bis . . . (unter Hinweisung auf die betreffende Chaussee-Grundriss-Charte) innerhalb der Feldmark(en) von N...

Anmerkungen. 1) Wenn die Chausseelinie in ihrer ganzen Ausdehnung bereits definitiv feststeht, so ist eine Zerlegung in mehre passend erscheinende Abtheilungen behuf der Veranschlagung nur dann erforderlich, wenn solches für die Ausführung und bessere Uebersichtlichkeit, oder aus andern vorwiegenden Gründen vortheilhaft und wünschenswerth erscheint.

Bei erst theilweise feststehender Chaussee-Richtung wird die Special-Veranschlagung nur diesen Theil, soweit er im Zusammenhange liegt, begreifen.

Eintretenden Falles werden die Abschnitte für die Anschlags-Abtheilungen angemessen auf Feldmarksgrenzen zu legen sein.

2) Bei Verlegung oder Umbau einer Chaussee wird die Ueberschrift lauten:

Kosten-Anschlag

behuf Verlegung (Umbaues) auf der NN.-Chaussee bei . . . . am . . . . in . . . .
(mit Bezeichnung des Ortschafts- und Obrigkeitsbezirks).

Vorbericht. 1) Die Länge dieser Chaussee-Linie (Abtheilung) beträgt (mit Ausschluss der am Anfange, Ende oder sonst wo liegenden . . . Ruthen langen Strecke in der Stadt N.) von . . . bis . . .

= . . . Ruthen.

Sie enthält:

a. chausseemässig regulirte Dämme mit Steinbahn von . . . bis . . . Ruthen
b. dergleichen ohne Steinbahn von . . . bis . . . „
c. noch nicht im Plano hergestellte Strecken von . . . bis . . . „

= Ruthen.
oder . . . Meilen . . . Ruthen.

Anmerkung. Bei Verlegung resp. Umbau einer Chausseestrecke ist statt dessen sub 1. zu sagen:

Die Länge dieser Verlegungs-(Umbau-)Strecke beträgt . . . Ruthen, sie beginnt bei . . . und endet bei . . . Gegen die zu verlassende . . . Ruthen lange Strecke wird die Chaussee also durch diese Verlegung um . . . Ruthen verlängert (abgekürzt).

2) Technische Beschreibung der beabsichtigten Chausseeanlage (Verlegung, Umbau).

a. Das Planum. Hier sind zunächst die Verhältnisse des Terrains in den etwa verschiedenartigen Längenabschnitten in der Hauptsache, soweit sie auf die Chaussee-Anlage und die Kosten einwirken, zu beschreiben und darauf gestützt sowohl das Steigungs- und Neigungsverhältniss der auf einander folgenden Strecken, mit Angabe ihrer Länge, als auch die Construction des Chausseekörpers, die Kronenbreite und ihre Eintheilung in Steinbahn, Sommerweg und Banketts, die Breite, Tiefe und Böschungen der Gräben, die Böschungsverhältnisse im Auf- und Abtrage u. s. w. im Wesentlichen, vollständig anzugeben, unter Hinweisung auf die berichtlich vorgelegten Pläne und Profile oder etwa besonders hier anzufügenden betreffenden Zeichnungen.

b. Die Steinbahn. Sie wird bestehen aus:

. . . . laufenden Ruthen Steinschlagbahn von . . . Fuss Breite incl. Bordsteine (mit Bezeichnung der Materialart, resp. im Grund- und Oberbau) in folgenden Strecken:

von . . . bis . . . lfde Ruthen
von . . . bis . . . „ „

= lfde Ruthen.

. . . . laufende Ruthen Steinpflaster von . . . Fuss Breite (mit Bezeichnung der Materialart) in folgenden Strecken:

von . . . bis . . . lfde Ruthen
von . . . bis . . . „ „

= lfde Ruthen. = lfde Ruthen.

Ueber die Breite und Form des s. g. Erdkastens, ob und wie bombirt, über die etwa anzuwendende Bettung, Stärke, Wölbung, Einfassung und Befestigung des Steinbahnkörpers, und über das sonst bei Herstellung der bezüglichen Steinbahnarten zu beobachtende Verfahren, sind hier die geeigneten Mittheilungen zu machen, soweit dadurch die Kostenveranschlagung motivirt wird, und sie nicht Gegenstand der Anschlagspositionen selbst sein müssen, oder doch schon verständlich sind.

Imgleichen sind auch die Brüche oder Fundorte, aus denen die Materialien für die Steinbahn zu beziehen (bei Klinkerbahnen die Ziegeleien) zu bemerken, mit Angabe sowohl der mittleren Entfernung von den resp. Baustrecken und der Wegebeschaffenheit, als auch, ob die etwaigen Steinbrüche der Chausseeverwaltung oder wem sonst angehören, im ersteren Falle ob eigenthümlich oder nur zeitweilig, auf Contract oder sonstige Vereinbarung.

d. An Brücken, Canälen und Durchlässen sind erforderlich:

Es sind hier der Reihenfolge nach in der der Bezeichnung der Strasse entsprechenden Richtung fortschreitend, die betreffenden Objecte und ihre Ortsbelegenheit (mit Bezug auf den Chaussee-Grundrissplan) aufzuführen, mit Angabe ihrer Länge, Durchflussweite und Höhe, etwaigen schiefen Lage gegen die Strassenaxe, der Construction und Materialien in summarischer Andeutung und sonstiger hauptsächlicher Punkte. (Die ausführlicheren Einzelnheiten werden bei der Veranschlagung selbst näher anzugeben sein.) Die Inundations- und wasserbaulichen Verhältnisse und Rücksichten, worüber erforderlichen Falles vorschriftsmässig zunächst mit der betreffenden Wasserbaubehörde zu communiciren, sind jedoch im Begleitberichte und durch die Pläne und Risse näher zu erläutern.

d. Seitencanäle, Grabenüberfahrten mit Durchlässen, gepflasterten Gossen, Seitenmulden, Abfahrten u. s. w.

e. Futter-, Stütz- und Ufermauern.

Von diesen sub d. und e. etwa erforderlichen Gegenständen wird nach planmässiger sorgfältiger Ermittelung, eine thunlichst vollständige Nachweisung über Belegenheit und resp. Anzahl, Dimensionen, Construction (erforderlichen Falles durch Zeichnung erläutert) Längen- oder Flächenmaass etc. zu liefern sein.

f. Sicherheitsanlagen. Hierunter sind zu begreifen und näher anzugeben: die etwa nöthigen ganz neuen Befriedigungen, Anschlagtafeln, Handweiser, Schlagbäume (ausser den Weggeld-Barrièren), Abweisesteine oder Pfähle, Radpreller, Grenzsteine oder Pfahle zur Sicherung der Chausseegrenzen u. s. w.

g. Meilen- und Nummersteine. Was in Bezug auf den Anfangspunkt der Chaussee-Eintheilung, die Intervallen der Steine, die ihnen innerhalb der Kronenbreite anzuweisende Stelle, die Form u. s. w. bemerkenswerth erscheint, ist hier näher anzuführen.

h. Anpflanzungen. Ueber Stellung und Entfernung der Bäume von einander, über die anzuwendenden Sorten in den etwa verschiedenartig zu behandelnden Erstreckungen, über etwaige Busch- und Schutzpflanzungen sind die wissenswerthen Angaben, soweit sie nicht bei der Kostenveranschlagung selbst zur Sprache kommen, hier summarisch mitzutheilen.

Anmerkungen. 1) Die Begründung der im Anschlage angenommenen

technischen Ausführung findet überall nicht im Vorberichte, sondern, unter Bezugnahme auf die betreffenden Anschlagsabtheilungen oder Positionen, im Begleitberichte oder besonderen Gutachten Statt.

2) Auf die in Folge der beabsichtigten Chaussee-Anlage etwa demnächst erforderliche Erbauung neuer oder Ankauf und Herstellung vorhandener Gebäude zur Chausseegeldhebung wird zwar schon im Begleitberichte dieses Anschlags oder in besonderer Berichtserstattung hinzuweisen und das Nähere darüber im Allgemeinen mitzutheilen sein. Die specielle Ausarbeitung des Plans und Kostenanschlags davon bleibt aber von demjenigen zu separiren und einer späteren geeigneten Zeit, wenn der Chausseebau angemessen vorgeschritten, vorzubehalten.

Für den Text des Anschlages selbst, gelten folgende Bemerkungen.

A. Planum und Erdarbeiten.

Anmerkungen. 1) Als Regel gilt, dass die Kostenermittelung für Bildung des Planums mit Gräben und Böschungen sich auf eine Berechnung des cubischen Inhalts der zu bewegenden Auf- und Abtragsmassen (nach Schachtruthen à 256 Cubikf.) stützt. Es ist zu dem Ende unter Zugrundelegung der Längen- und Querprofile des Chausseeprojects eine besondere Erdberechnungs-Tabelle aufzustellen und der Veranschlagung anzufügen. (Diese Tabelle dient bei der Ausführung zugleich zur Disposition der Erdvertheilung von und nach den bezüglichen Strecken.)

2) Nur in denjenigen Erstreckungen, wo behuf Herstellung des Planums weniger belangreiche Erdmassen zu bewältigen, dieselben vielmehr durch geringere Regulirungsarbeiten des vorhandenen Terrains zu erreichen, oder wo die Kosten nicht sowohl durch quantitative, sondern durch schwierige Localverhältnisse bedingt werden, ist die Planumsarbeit und Grabenziehung, unter Angabe der betreffenden Umstände, nach laufenden Ruthen zu veranschlagen.

3) Auch die Handarbeiten und Fuhrkosten, Kosten für Besoodungen, unter Angabe von Maass, Zahl und Belegenheit, sowie für die Nachregulirung des Planums so lange die Steinbahn nicht liegt, und für etwa erforderliche nochmalige Aptirung und Säuberung der Gräben und Böschungen bei Vollenduug des Baues, sind unter dieser Rubrik zu berechnen.

4) Bei Umbauten oder erstmaliger chausseemässiger Instandsetzung übernommener Wegestrecken, sind die bezüglichen Arbeiten zur Herrichtung eines normalen Chaussee-Planums nebst Gräben und Böschungen hier ebenfalls in entsprechender Weise, thunlichst nach Maass und Zahl, zu veranschlagen.

B. Gewinnung der Steinbahn-Materialien.

1) Zunächst ist hier der Material-Bedarf für die einzelne laufende Ruthe und danach für die ganze Länge der bezüglichen Steinbahnarten (cfr. Vorbericht sub 2 b.) nach Kasten à 16 Cubikfuss zu berechnen.

2) Dasjenige Material, welches (z. B. bei Verlegungen und Umbauten) aus Vorräthen oder aus der alten Bahn erfolgen wird, ist unter anzugebender Kastenzahl von dem Bedarfe abzurechnen.

3) Gewinnungskosten (nach Faden à 64 Kasten) sind in der Regel nur für die aus Steinbrüchen erfolgenden Materialien zu veranschlagen. (Wenn der Bruchzins in dem Brecherlohne mitbegriffen, so ist dies jedesmal besonders anzugeben.)

4) Wenn alte Steinbahnen auf verlassenen Wegestrecken nur behuf der Materialgewinnung daraus aufgebrochen werden, so gehören die Kosten dafür ebenfalls hierher.

5) Etwaige Kosten für Schürfen nach Steinen, Grand etc. und für Ebnung von Steinbrüchen und Gruben sind hier mit zu berücksichtigen.

C. Material-Anlieferung.

Anmerkungen. 1) Die Anfuhr der aus Steinbrüchen erfolgenden Bruchsteine und die Anlieferung incl. des Sammelns oder Rodens der aus Haiden, Aeckern oder sonstigen Fundorten erfolgenden Materialien, ist unter Angabe der ungefähren Ent-

fernung bis zu den betreffenden Baustrecken (oder einstweiligen Lagerplätzen) nach Faden, oder auch, wo es angemessener erscheint, nach Kasten übrigens gehörig separirt und übersichtlich zu veranschlagen.

2) Bei Klinkern sind die Ankaufs- von den Anfuhrkosten getrennt nach Stückzahl (etwa pro mille) zu veranschlagen.

3) Auch die Kosten für Grand- und Sandlieferung und sonstige Fuhren behuf der Steinbahnanlage und deren Unterbettung, unter Nachweisung des Bedarfs, gehören hierher.

4) Auf etwaige Pflaster-, Wege- und Brückengelder für Material-Lieferungen ist hier ebenfalls Rücksicht zu nehmen.

5) Desgleichen auf etwa erforderliche An- und Umrückung von Materialien an den Baustrecken oder von bestimmten Lagerplätzen, sie mag durch Spannwerk oder durch Arbeiter geschehen.

6) Die Aufmessungskosten der Materialien sind als zur Anlieferung gehörig zu betrachten und hierunter ebenfalls, jedoch besonders zu berechnen.

D. Steinbahn-Bildung.

a. Handarbeiten.

Anmerkungen. 1) Hierher sind zu rechnen: die Verkleinerung der Materialien zur Steinschlagbahn, die Herstellung des s. g. Erdkastens nebst der etwaigen Unterbettung für Steinschlag- oder Grandbahn, das Setzen der Bordsteine und des etwaigen Grundbaues (Packlage) zur Steinschlagbahn, die Einbringung der Materialien und ihre gehörige Sortirung und Vertheilung beim Bau des Steinschlag- oder Grandkörpers, die Regulirung desselben und Aufbringung des Dichtungsmaterials während der Walzoperation u. s. w. Sodann sind auch die Regulirungs- und Aptirungsarbeiten des Sommerwegs und Banketts nach Anlage der Steinbahnen überhaupt hier zu berechnen.

2) Die Veranschlagung sowohl, als die Ausführung in Accord, nach Körper-, Flächen- oder Längenmaass, welches den verschiedenen Arbeiten am zweckmässigsten zu Grunde zu legen, muss stets die Regel, wie für den ganzen Anschlag, so auch insbesondere hier bilden.

b. Steinpflaster-Arbeiten.

Anmerkung. Es gehören hierher: das Spalten, Aptiren und Sortiren der Pflastersteine, das Einbringen und etwa nöthige besondere Befestigen der Unterbettung, die Pflasterung selbst (nach laufenden Ruthen unter Angabe der Breite), das Rammen derselben, das Besanden und die sonst nöthigen Handreichungen. Bei Klinkerbahnen sind die bezüglichen ähnlichen Arbeiten hier zu veranschlagen.

c. Walzungen.

Anmerkung. Hierunter sind lediglich die Kosten für Bespannung der Walze und für die zur besseren Dichtung etwa erforderliche Heranförderung von Wasser, nach laufenden Ruthen der zu befestigenden Bahn, unter Angabe ihrer Breite zu veranschlagen.

E. Brücken, Canäle und Durchlässe.

Anmerkungen. 1) Die hierher gehörigen, im Chausseedamme selbst liegenden Werke werden in derselben Reihefolge hier veranschlagt, in welcher sie im Vorberichte namhaft gemacht sind.

2) Bei Canälen und Durchlässen bis 4 Fuss lichter Durchflussweite wird es der Vorlegung besonderer Risse nur bei nicht gewöhnlicher Construction bedürfen, es wird die wörtliche Beschreibung der letzteren unter Angabe der Maassen in der Regel genügen, um daraus die Veranschlagung des Bedarfs an Materialien, Arbeiten und Kosten abzuleiten und speciell hier anzugeben.

3) Von den Canälen und Durchlässen über 4 Fuss Weite, sowie von allen grösseren Brücken sind jedoch für gewöhnlich besondere Unteranschläge, gestützt auf Special-Pläne und Risse (welche letztere nach den Vorschriften vom 9. November 1816 auszuarbeiten) aufzustellen und ist hier im Hauptanschlage, unter Hinweisung darauf, nur der ganze Kostenbedarf für jedes einzelne Werk solcher Art anzusetzen.

4) Kommen bei dem betreffenden Chausseebau mehre Brückenobjecte von gleicher Construction, Bauart und etwa gleichem Kostenbetrage vor, so ist die specielle Veranschlagung (hier im Context resp. in besonderer Anlage) nur von einem derselben erforderlich, bei den übrigen aber von gleicher Art, unter Bezugnahme darauf, sind nur die Kosten im Ganzen anzugeben; (dasselbe ist auch bei den zur Rubrik F. gehörenden Ueberfahrten u. s. w. zu beobachten.

F. Seitencanäle, Grabenüberfahrten mit Durchlässen, gepflasterte Gossen, Seitenmulden, Abfahrten.

Anmerkung. Auch bei Veranschlagung dieser verschiedenen (im Vorberichte schon aufgezählten) Werke ist mit der nöthigen Specialität in Berechnung des Material-, Arbeits- und Kostenbedarfs, unter Angabe der betreffenden Massen und Dimensionen zu verfahren.

G. Futter-, Stütz- und Ufermauern.

Anmerkungen. 1) Wie ad F.

2) Wo die Construction nicht klar durch Wortbeschreibung zu geben, da wird dieselbe durch Zeichnung in angemessenem Maasstabe (cfr. Vorschriften vom 9. November 1846) zu erläutern sein, und bleibt es dabei dem Anschlagaufsteller zu erwägen überlassen, bei welchen erheblicheren Gegenständen dieser Art und wenn die Special-Veranschlagung für den Hauptanschlag zu umfangreich erscheint, etwa besondere Unteranschläge aufzustellen sein möchten, worauf als Anlage hier Bezug zu nehmen.

H. Sicherheits-Anlagen.

Anmerkung. Die im Vorberichte sub 2 flgde. bereits angedeuteten Gegenstände sind hier unter Angabe von Maass und Zahl näher zu berechnen.

I. Meilen- und Nummersteine.

Anmerkung. Die Stückzahl, Maassen und Bearbeitung der resp. Steine, ihre Anlieferung, Vertheilung, das Nummeriren und Setzen sind hierunter anzugeben und zu berechnen.

K. Baumpflanzungen.

Anmerkung. Die aus den Mittheilungen im Vorberichte sich ergebende Anzahl der verschiedenen Baumsorten, resp. Ausdehnung der Buschpflanzungen, die Orte und Baumschulen, woher die Pflänzlinge zu beziehen, die Kosten des Ankaufs und der Anlieferung, der Pflanzung nebst etwaiger besonderer Bearbeitung und Düngung des Bodens, desgleichen die Kosten für Baumstangen und sonstigen Schutzmittel etc. sind hier gehörig übersichtlich anzugeben und zu veranschlagen.

L. Geräthschaften.

Anmerkungen. 1) Es sind hier die Kosten für Anschaffung und Unterhaltung der sämmtlichen für den in Frage befindlichen Bau von der Verwaltung anzuschaffenden Geräthschaften aller Art (einschliesslich etwaiger Chausseewalzen und Wasser-Transportwagen, die ohne den Bau nicht angeschafft zu werden brauchten), sowie auch etwaige Entschädigung für Herleihung von Geräthen, ferner Richtscheite, Setzwagen, Schnüre und sonstige einfache Messapparate zu veranschlagen, jedoch namentlich zu ausgedehntern Chausseeanlagen, durch summarische Darstellung der dabei beabsichtigten Arbeits-Disposition, das Bedürfniss der bedeutendsten und hauptsächlichsten Geräthe, als Hand- und Wippkarren, Schaufeln, Hacken, Hämmer, Rüst- und Laufdielen, eventuell auch Chausseewalzen und Wasserwagen etc. thunlichst zu motiviren.

2) Die Geräthschaften, welche zu den sub E., Anmerk. 3. genannten Canal- und Brückenbauten erforderlich werden, sind in dem besonderen Anschlage darüber aufzunehmen.

3) So viel als thunlich ist indessen dahin zu streben, die Kosten und Sorge der Anschaffung, Unterhaltung und Bewahrung der Geräthschaften nebst Rüsthölzer und Laufdielen, besonders zu Brückenbauten, Erdarbeiten, Verkleinerung und Aptirung der

Steine u. s. w. den Accord-Unternehmern der betreffenden Arbeiten zu überlassen, und bei Feststellung des fraglichen Accordpreises darauf angemessene Rücksicht zu nehmen, soweit solches im Uebrigen für die Förderung des Baues unbedenklich und auch sonst nicht besonders unvortheilhaft erscheint.

M. Entschädigungen.

(Für Grundabtretung, wegzuräumende Bäume, Früchte, Gebäude und sonstige Gegenstände, sowie auch für Steine, Sand- und Erdgewinnung, einschliesslich der Expropriationskosten.)

Anmerkung. Der Flächeninhalt von dem zur Anlage, Verlegung oder Erbreiterung der Chaussee mit ihren Grabenfeldern, Böschungen, Stellwannen etc. erforderlichen privativen Grund und Boden ist, nach Feldmarken getrennt, in der Regel in einer besonderen dem Anschlage anzufügenden Entschädigungs-Berechnung, speciell für jedes einzelne Grundstück in Unterscheidung der verschiedenen Bodenarten (Hofraum, Gärten, Aecker, Wiesen, Weiden, Holzgrund etc.) nachzuweisen, mit genauer Bezeichnung der Belegenheit der einzelnen Parcelen, unter Hinweisung auf die betreffende Chaussee-Grundriss-Charte.

Diese Berechnung bildet sowohl die Grundlage für die Veranschlagung der Preise, als für die Entschädigungsverhandlungen, und giebt nach ihrer Richtigkeitsanerkennung von Seiten der Betheiligten den sichersten Anhaltspunkt bei späteren etwaigen Grenzstreitigkeiten.

(Auch die etwa unentgeltlich abzutretenden Entschädigungsgegenstände sind als solche in der Berechnung mit aufzuführen.)

N. Aufsichtskosten.

Anmerkungen. 1) Es werden hier nur die Zahlungen an nicht angestellte Techniker und Aufseher und die ausserordentlichen Remunerationen und Vergütungen an angestellte Chaussee-Aufseher veranschlagt.

2) Die Diäten und Reisekosten für angestellte Bauführer und Conducteurs bilden keinen Gegenstand des Bauanschlages.

O. Insgemein.

Anmerkungen. Es sind hier zu berechnen:

1) für interimistische Vorrichtungen zur localen Sperrung resp. Sicherung der Passage mit Nachtwache und Leuchte (ausser bei Brückenbauten, bei deren Veranschlagung hierauf besonders Rücksicht zu nehmen ist);

2) für Kalk zum Bezeichnen der abgenommenen Steine;

3) für Vermessung und Kartirung, soweit dieselbe nicht von den Baubeamten selbst, oder von denjenigen Technikern vollführt werden, deren Bezahlung in der vorhergehenden Rubrik N. enthalten ist;

4) für Zeichnen- und Schreibmaterialien (mit Ausnahme der aus dem Depot der Wegbaubehörde allgemein erfolgenden Materialien und Drucksachen.)

5) für unvermeidliche Botenlöhne zu dienstlichen Bestellungen, für Aufräumungen in Folge ausserordentlicher Naturereignisse, und für andere nicht vorher zu sehende und zu berechnende Vorkommenheiten und Leistungen, ist ein aus der Erfahrung zu entlehnender gebräuchlicher Procentsatz nach den Gesammtkosten der vorhergehenden Anschlagsrubriken anzunehmen und hier zu veranschlagen.

Sonst muss Alles, was sich irgend vorher übersehen lässt, speciell angegeben und veranschlagt werden.

Recapitulation.

		℔	gr	₰
A.	Planums- und Erdarbeiten			
B.	Material-Gewinnung	„	„	„
C.	Material-Anlieferung	„	„	„
D.	Steinbahnbildung und zwar:			
	a) Handarbeiten	„	„	„
	b) Steinpflasterarbeiten	„	„	„
	c) Walzungen	„	„	„
E.	Brücken, Canäle und Durchlässe	„	„	„
F.	Seiten-Canäle, Graben-Ueberfahrten mit Durchlässen, Gossen etc.	„	„	„
G.	Futter-, Stütz- und Ufermauern	„	„	„
H.	Sicherheits-Anlagen	„	„	„
I.	Meilen- und Nummersteine	„	„	„
K.	Anpflanzungen	„	„	„
L.	Geräthschaften	„	„	„
M.	Entschädigungen	„	„	„
N.	Aufsichtskosten	„	„	„
O.	Insgemein	„	„	„
	Total-Summa	℔	gr	₰

Aufgestellt N... den ten 18

(Unterschrift des Anschlag-Aufstellers.)

(Bezeugung u. Unterschrift des Wegbaumeisters.)

Schlussbemerkungen. 1) Sollten unter der einen oder andern der obigen Rubriken keine Gegenstände zu berechnen sein, so ist gleichwohl die obige Reihenfolge bei der Anschlag-Aufstellung sowohl im Contexte, als in der Recapitulation stets vollständig aufzuführen, unter dem Zusatze im Contexte: „Nichts“, in der Recapitulation durch einen Strich.

2) Ansätze in runden Summen müssen überall vermieden werden, wo sich der Kostenbedarf irgend berechnen und wirklich veranschlagen lässt, eventuell können solche Sätze höchstens bis zu 5 ℔ für den einzelnen, thunlichst zu erläuternden Gegenstand passiren.

3) Etwaige während oder nach der Bauausführung zu erwartende Einnahmen für entbehrlich werdende Materialien, Geräthschaften oder Grundstücke, sind nicht im Anschlage abzurechnen, sondern, soweit sie von Belang und vorher zu übersehen, im Begleitberichte desselben besonders zu erörtern und nachzuweisen. (Die Verwerthung dieser Gegenstände und die Einnahme-Berechnung findet nach den darüber bestehenden oder noch zu erlassenden Vorschriften Statt.)

Amt Calenberg. *Rechnungsjahr* $18^{60}/_{61}$.

Kosten-Anschlag

wegen Neubaues der Landstrasse von Steinkrug nach Himmelsthür in einer Länge von 355 Ruthen.

Vorbericht.

1) Die noch auszubauende vorbezeichnete Länge dieser Landstrasse liegt in der Feldmark Calenberg.

2) Durch kürzlich zum Abschluss gekommene Verhandlungen ist für die Richtung der auszubauenden Wegestrecke die in der angeschlossenen Karte in Blau verzeichnete Linie festgestellt worden.

Uebereinstimmend mit der im Calenberger Felde bereits gebaueten Strecke erhalten auch die noch auszubauenden 355 Ruthen eine Kronenbreite von 32 Fuss, wovon 14 Fuss auf die nördlich zu legende Steinschlagbahn, 6 Fuss auf das nördlich sich anschliessende Bankett und 12 Fuss auf den südlich zu legenden Sommerweg kommen.

Die Seitengräben werden oben 6 Fuss, in der Sohle 1 Fuss breit und mit $1^1/_2$-füssigen Böschungen hergestellt. Die beiden Stellwannen erhalten jede eine zweifüssige Breite.

Der Erdkasten für die Steinschlagbahn wird an den Kantensteinen 8 Zoll tief hergestellt und in der Sohle um $^1/_6$ Zoll auf jeden Fuss der ganzen Breite bombirt. Die Steinbahn erhält einen 6 Zoll hohen Grundbau von höchstens in der Stärke von $^1/_6$ Cubikzoll zerschlagenen Steinen und eine 2 bis $5^1/_2$ Zoll starke und $^5/_{12}$ Zoll auf jeden Fuss der ganzen Breite kreisförmig gewölbte Decke, wozu die Steine nach dem Würfel von $1^1/_2$ Zoll Seitenmaass zerschlagen werden.

Die durchschnittliche Bahnstärke beträgt hiernach im consolidirten Zustande $9^3/_4$ Zoll, wozu im Ganzen an Rohmaterial pro lfde Ruthe erforderlich sind, da auf 100 Cubikfuss gedichteten Bahnkörper 150 Cubikfuss Rohmaterial zu rechnen sind:

$1^1/_2$	Kasten	Kantensteine,
10	„	Unterbausteine,
5	„	Decklagesteine, und
$^1/_2$	„	Bindegrand
= 17	Kasten.	

Die Steine sind aus den Muschelkalksteinbrüchen bei Hallerburg, Gestorf und am Fusse des Marienbergs, und der Grand aus dem Leinebette hinter Calenberg zu beziehen.

Die specielle Aufsicht bei Ausführung des veranschlagten Baues führt der Landstrassenbauaufseher N. zu Schulenburg.

No. der Positionen.	Vordersätze.	Gegenstände der Veranschlagung.	Geld-Betrag. ℔	gr	₰
		A. Planumsbildung.			
1	355	lfde. Ruthen Strassenplanum nach dem vorgeschriebenen Längen- und Querprofile durch Auf- und Abträge bis zu 1½ Fuss Höhe, mit den nöthigen Seitengräben und dem 14 Fuss breiten Erdkasten herzustellen, kosten durchschnittlich pro lfde. Ruthe 1 ℔ 18 gr	568	—	—
2	—	Die genaue Herstellung der Profile des Banketts, der Gräben und Böschungen nach Vollendung der Steinbahnarbeiten kostet pro lfde. Ruthe 5 gr, für 355 Ruthen daher	59	5	—
3	—	Für Hülfsleistungen beim Einschlagen der Richtungs- und Höhenpfähle sind pro lfde. Ruthe 8 ₰, für 355 Ruthen zu berechnen	9	14	—
		Summa	636	19	—
		B. Material-Gewinnung.			
4	—	An ausgesuchten 4 bis 6 Zoll breiten und 12 Zoll hohen Kantensteinen sind pro lfde. Ruthe 1¼ Kasten, im Ganzen also zu 355 Längen-Ruthen = 532 Kasten oder 8¼ Faden in den Brüchen bei Hallerburg und Gestorf zu gewinnen, à Faden 14 ℔	115	15	—
5	355	lfde. Ruthen Unterbau der 14füssigen Bahn erfordern pro lfde. Ruthe 10 Kasten, im Ganzen 55½ Faden Steine, solche im Steinbruche am Marienberge zu gewinnen, à 7 ℔	388	15	—
6	355	lfde. Ruthen Oberbau erfordern pro lfde. Ruthe 5 Kasten, überhaupt also 27¾ Faden Steine; solche in den Hallerburger und Gestorfer Brüchen zu gewinnen, à Faden durchschnittlich 9 ℔	249	22	5
7	355	lfde. Ruthen Unterbau zu dichten, dazu sind pro lfde. Ruthe ¾ Kasten, im Ganzen: 266 Kasten Grand, im Leinebette bei Calenberg zu gewinnen, à 2,5 gr	22	5	—
8	355	lfde. Ruthen Oberbau zu dichten, desgleichen pro lfde. Ruthe ½ Kasten = 177 Kasten Grand, à 2,5 gr	14	22	5
		Summa	790	20	—
		C. Material-Anlieferung,			
	8¼	Faden Kantensteine aus den Gestorfer und Hallerburger Brüchen anzufahren, à Faden durchschnittlich 19 ℔	156	22	5
10	55½	Faden Unterbausteine aus dem Marienberger Bruche anzufahren, à Faden durchschnittlich 16 ℔ . . .	888	—	—
		Latus	1044	22	5

			℔	gr	₰
		Transport	1044	22	5
11	27¾	Faden Decklag-Steine aus den Hallerburger und Gestorfer Brüchen anzufahren, à Faden durchschnittlich 17 ℔	471	22	5
12	443	Kasten Bindegrand aus dem Leinebette bei dem alten Calenberge anzufahren, à Kasten durchschnittlich 7 gr	103	11	—
13	91½	Faden Bruchsteine anzunehmen und nach Vorchrift aufzusetzen, à 1⅓ ℔	122	—	—
14	443	Kasten Bindegrand zu messen, à 4 ₰	5	27	2
		Summa	1747	23	2
		D. Steinbahn-Bildung.			
		a. Handarbeiten.			
15	355	lfde, Ruthen bei der Planumsbildung im Rohen hergestellten Erdkasten nachzureguliren, à 4 gr . .	47	10	—
16	355	lfde. Ruthen Kantensteine an jeder Seite der neuen Fahrbahn mit dicht schliessenden Fugen zu setzen à 6 gr	71	—	—
17	55½	Faden Unterbausteine neben der Bahn nach dem Würfel von 2 Zoll Seitenmass zu zerschlagen, à Faden 4 ℔	222	—	—
18	55½	Faden zerschlagene Unterbausteine zu verbauen, à Faden 1 ℔ 8 gr 4 ₰	71	1	2
19	27¾	Faden Decklagesteine nach dem Würfel von 1½ Zoll Seitenmass zu zerschlagen, à Faden 8 ℔ . . .	222	—	—
20	27¾	Faden neben der Bahn zerschlagene Steine nach der Schablone zu verbauen, à 1 ℔ 21 gr 2 ₰ . . .	47	10	8
21	355	lfde. Ruthen Unterbau festzuwalzen kosten an Handarbeiten, pro lfde. Ruthe 3 gr	35	15	—
22	355	lfde. Ruthen Oberdecke festzuwalzen, desgl. à 6 gr .	71	—	—
		Summa	787	7	—
		c. Walzungen.			
23	—	Für den mehrmaligen Transport der Walze.	18	—	—
24	355	lfde. Ruthen Unterbau festzuwalzen, à 7,5 gr. . . .	88	22	5
25	355	lfde. Ruthen Oberdecke festzuwalzen, à 15 gr . . .	177	15	—
26	—	Für Anfuhr von Wasser zur Nässung des zur Oberdecke zu verbauenden Steinschlags, auf 15 Tage, à 3 ℔ incl. Anleihung der Wassertonne	45	—	—
		Summa	329	7	5
		E. Brücken, Canäle und Durchlässe: Nichts.			
		F. Seiten-Canäle und Ueberfahrten.			
27	8	Graben-Ueberfahrten, jede von 20 Fuss Länge, mit Durchlässen von drei Strängen Drainröhren, zur Verbindung der Aecker mit der Strasse herzustellen, zusammen 160 Fuss Länge und für 10 lfde. Fuss 1 ℔ gerechnet	16	—	—
		Summa	per	se	

			℔	gr	₰
		G. Futter- Stütz- und Ufermauern: Nichts.			
		H. Befriedigungen.			
28	15	lfde. Ruthen Weissdornhecken längs des Mühlenteiches herzustellen, mit Schluchterwerk à 20 gr	10	—	—
29	142	Stück Grenzsteine mit den Buchstaben W. B. versehen anzuliefern und zu setzen à 4 gr	18	28	—
		Summa	28	28	—
		I. Meilen- und Nummersteine.			
30	18	Stück Nummersteine anzuliefern und in 20 Ruthen Entfernung zu setzen, à 12 gr	7	6	—
		Summa	per	se	
		K. Baumpflanzungen.			
31	355	Obstbäume sind auf der Neubaustrecke 1 Fuss von der Kronenkante und in den Reihen 2 Ruthen von einander entfernt zu pflanzen und sind dafür folgende Kosten anzusetzen:			
		a. 355 Stück gute Obstbäume anzukaufen, à 10 gr	118	10	—
		b. 355 Stück Bäume zu pflanzen, sie mit Baumstangen zu versehen und an dieselben zu befestigen à Stück incl. Lieferung der Baumstangen $3^1/_2$ gr	41	12	5
		Summa	159	12	5
		L. Geräthe.			
32	—	Für Anschaffung und Unterhaltung der nöthigen Arbeitsgeräthe pro lfde. Ruthe 6 gr, also für 355 Ruthen	71	—	—
		Summa	per	se	
		M. Entschädigungen.			
33	180	Ruthen lang den verlassenen Weg in einer Breite von circa $3^1/_2$ Ruthen urbar zu machen, die obere Grandlage abzunehmen und zu dem Planumsbau in der neuen Strassenrichtung zu verwenden, aus dem neuen Wege-Areale die obere Ackerkrume auf die alte abgetragene Wegefläche zu bringen und in ordnungsmässigem Anschluss an die angrenzende Ackerländerei zu planiren, um die der Art cultivirte alte Wegefläche als Natural-Entschädigung in Anrechnung bringen zu können, à lfde Ruthe $1^1/_3$ ₰, fur 180 Ruthen	240	—	—
34	—	Auf der ganzen Baulänge fallen in das neue Wegeareal, einschlieslich der beiden 2 Fuss breiten Stellwannen, an Ackerland etwa . . . 668 □Ruthen Davon geht ab der Flächen-Inhalt der alten, cultivirten Wegefläche mit . . . . . 405 □Ruthen Bleiben zu entschädigen = 263 □Ruthen, à 2 ₰	526	—	—
		Summa	766	—	—
		N. Aufsichtskosten.			
35	—	Zur nachherigen speciellen Verrechnung	50	—	—
		Summa	per	se	
		O. Insgemeine.			
36	—	Für unvorhergesehene Ausgaben und kleine Nebenerfordernisse, incl. zur Abrundung, kommen zur Berechnung	53	26	8
		Summa	per	se	

Recapitulation.

		℔	gr	₰
A.	Planumsbildung	636	19	—
B.	Material-Gewinnung	790	20	—
C.	Material-Anlieferung	1747	23	2
D.	a. Handarbeiten	787	7	—
D.	c. Walzungen	329	7	5
E.	Brücken, Canäle und Durchlässe . . . . . Nichts	—	—	—
F.	Seiten-Canäle und Ueberfahrten	16	—	—
G.	Futter-, Ufer- und Stützmauern . . . . . Nichts	—	—	—
H.	Befriedigungen	28	28	—
I.	Meilen- und Nummersteine	7	6	—
K.	Baumpflanzungen	159	12	5
L.	Geräthe	71	—	—
M.	Entschädigungen	766	—	—
N.	Aufsichtskosten	50	—	—
O.	Insgemein	53	26	8
	Total . . .	5444	—	—

Calenberg, den 18

K. A.

Hannover, den 18

K. W. J.

1. *Chaussee von N.* *Unterhaltung* 18
nach N.
. . . te und . . . te Meile.

III.

Inspections-Bezirk

Nü

Anschlag

der erforderlichen Kosten zur Unterhaltung der . . . ten Aufseher-Abtheilung von . . . Meilen . . . Ruthen Länge.

Anmerkungen. 1) Es ist hier nur die wegbauseitig zu unterhaltende Länge anzugeben, ohne Rücksicht auf die Strecken in oder vor den Städten, sofern solche nicht auf den Chaussee-Etat übernommen sind.

2) Andere Bruchtheile als $^1/_2$ sind in der Regel hier füglich ausser Acht zu lassen; was darüber, ist für eine volle Ruthe, was darunter gar nicht zu rechnen.

Vorbericht. 1) Bezeichnung des Anfangs- und Endpunkts dieser Abtheilung.

Anmerkung. Wenn diese Chaussee-Abtheilung von einer andern Chaussee abzweigt oder in solche mündet, so sind die betreffenden Mündungspunkte durch ihre Entfernungen vom Anfangspunkte solcher Chaussee dabei anzugeben.

2) In ihrer ganzen wegbauseitig zu unterhaltenden Länge begreift die Aufseher-Abtheilung:

a) Steinschlagbahn von . . . bis . . . in . . . Fuss Breite . . . lfde Ruthen.
b) Steinpflasterbahn „ „ „ „ „ . . . „ „
c) Doppelbahn „ „ „ „ „ . „ „
d) Grandbahn „ „ „ „ „ „ „

Anmerkung. Dabei ist anzugeben, in welcher Breite die Doppelbahn aus Steinschlag oder Grandbahn besteht.

e) Sand- oder Erddämme von . . . . bis . . . . . „ „
f) Fahrbahnlänge auf der Brücke über (Fluss, Bach) beträgt „ „

Anmerkung. Wo die Brücken weder Mittelpfeiler noch Pfahljoche haben (Kettenbrücken machen eine Ausnahme) fällt die Angabe der Brücken-Fahrbahnlänge weg.

Länge . . . lfde. Ruthen.
oder . . . Meilen . . . Ruthen.

3) Bei dieser Abtheilung liegen wegbauseitig nicht zu unterhaltende Strecken: (vor dem Anfangs- oder hinter dem Endpunkte oder an sonstiger mit Hülfe der Nummersteine näher zu bezeichnenden Stelle der Chaussee)

a. in der Stadt N. von . . . bis . . . . . „ „
b. „ „ „ „ „ „ . . . . . „ „

Zusammen . . . Meilen . . . Ruthen.

4) Bezeichnung des Bruches und Fundorts, aus welchem das Material an Steinen, Grand und Sand erfolgt, in welcher Entfernung jeder derselben nach mittlerer Wege-Entfernung von der Unterhaltungsstelle liegt; mit Bemerkung über die Wegebeschaffenheit und ob der bezeichnete Steinbruch der Verwaltung oder wem sonst angehört; im ersteren Falle, ob eigenthümlich oder nur zeitweilig auf Contract oder sonstige Vereinbarung.

5) Das besoldete Aufseherpersonal und Wärterpersonal besteht aus:
a. Aufseher N.N. wohnhaft zu . . . .
b Wärter N.N. „ „ . . . .

6) Allgemeine technische Beschreibung der erforderlichen hauptsächlichsten Unterhaltungsarbeiten.

Besonders ist hier mit Bezeichnung und Länge der betreffenden Chausseestrecken, anzugeben, wo resp. die Pflaster-, Steinschlag- oder Grandbahn etwa einer Umlegung, ganzen Ueberdeckung oder nur der gewöhnlichen Ausbesserung und Unterhaltung bedarf.

Anmerkungen. a. Die Begründung dieser Arbeiten findet überall nicht im Anschlage oder dessen Vorberichte, sondern in den begleitenden Berichten, in Reihenfolge nach den verschiedenen Chausseen und deren Aufseher-Abtheilungen Statt.

b. Die Umbauten, Veränderungen und Vervollständigungen der Hauptbestandtheile der Chausseen gehören nicht in die Unterhaltungsanschläge, eben so wenig die Erneuerung oder Vervollständigung von Brücken, die mehr, denn das Wasser aus den Chausseegräben ab- oder durchführen.

A. Material-Gewinnung.

Anmerkungen. 1) Zunächst ist hier der Materialbedarf nach Kasten à 16 Cubikfuss für die einzelne laufende Ruthe und danach für die ganze Länge der bezüg. lichen, im Vorberichte sub 6 genannten Steinbahnstrecken zu berechnen.

2) Das bestimmt zu erwartende Vorrathsmaterial aus demjenigen Rechnungsjahre, welches der Periode der jedesmal in Frage kommenden Veranschlagung vorhergeht, imgleichen das aus der alten Bahn (bei Umlegungen) erfolgende brauchbare Material ist von den betreffenden Einzelsätzen des ermittelten Bedarfs abzurechnen.

3) Für das so gefundene Materialerforderniss sind Gewinnungskosten in der Regel nur in so weit zu veranschlagen, als dasselbe aus Steinbrüchen erfolgen wird. Wenn der Bruchzins in dem Brecherlohne mit begriffen, so ist das jedesmal besonders anzugeben. Im andern Falle ist der an Privaten zu zahlende Bruchzins unter der Rubrik „Entschädigungen“ zu berechnen.

4) Etwaige Kosten für Schürfen nach Steinen, Grand etc. und für Ebnung von Steinbrüchen und Gruben sind hier mit zu berücksichtigen.

B. Material-Anlieferung und Fuhren.

Anmerkungen. 1) Die Anfuhr der aus Steinbrüchen erfolgenden Bruchsteine (unter Bezugnahme auf die betreffende Position der Material-Gewinnung) und die Anlieferung incl. des Sammelns oder Rodens der aus Haiden, Aeckern oder andern Fundorten erfolgenden Materialien ist unter Angabe der ungefähren Entfernung bis zu den betreffenden Chausseestrecken (oder einstweiligen Lagerplätzen) nach Faden oder auch, wo es angemessener erscheint, nach Kasten, übrigens gehörig separirt und übersichtlich zu veranschlagen.

2) Auch die Kosten für Anlieferung von Grand, Sand, Bindematerial zum Walzen etc. und sonstige Fuhren sowohl behuf der Steinbahn, Umlegung oder Ausbesserung, als auch behuf Forträumung von Schlamm und anderer Erde (soweit sie nicht verwerthet oder unentgeldlich abgefahren wird) sind hier zu berechnen.

3) Auf etwaige Pflaster-, Weg- und Brückengelder für Materialanlieferung ist hier ebenfalls Rücksicht zu nehmen.

4) Desgleichen auf etwa erforderliche An- und Umrückung von Materialien an den Chausseestrecken oder von bestimmten Lagerplätzen, sie mag durch Spannwerk oder durch Arbeiter geschehen.

5) Ebenso sind hier die Kosten zu veranschlagen, welche etwa unvermeidlich sind, um die lediglich zur Materialanfuhr behuf Unterhaltung dieser Chaussee dienenden Wege in fahrbaren Stand zu setzen oder darin zu unterhalten.

Wird auf solchem Wege indessen das Material für mehre Chausseen oder für mehre Inspectionsbezirke angefahren, so werden in solchem Falle diese Kosten, wenn sie von verhältnissmässiger Erheblichkeit sind, in einem besondern Anschlage und nicht für eine einzelne Aufseherabtheilung berechnet, sondern derselbe neben den Chaussee-Unterhaltungs-Anschlägen abgesondert eingereicht.

6) Die Aufmessungskosten der Materialien (in Accord) sind als zur Anlieferung gehörig zu betrachten, und hierunter ebenfalls, jedoch besonders zu berechnen.

C. Handarbeiten.

Anmerkungen. Es ist hierher zu rechnen: 1) Die Verkleinerung, Aptirung und Verbauung der Materialien zur Ueberdeckung, wiederherzustellender Einfassung oder gewöhnlicher Ausbesserung der Steinschlag- und Grandbahnen, nebt Sortirung und Aufbringung des Dichtungsmaterials, sowie auch der nöthigen Hülfsarbeiten bei der Walzungs-Operation; ferner das Reinigen der Fahrbahnen von Schlamm und die thunlichst rasche Beseitigung des Ueberflusses davon (excl. der dazu etwa erforderlichen Fuhren, cfr. Rubrik B. Anmerk. 2), die Instandhaltung, Regulirung und Reinigung der Sommerwege, Banketts, Fusswege, Gräben und Böschungen, auch Reinigung der Gossen und sonstiger Wasserabzüge; das Auslegen der Spursteine nach den bestehenden, genau zu beachtenden Vorschriften, das Aufräumen der Fahrbahn bei Schneefall u. s. w.

2) Die Veranschlagung sowohl, als die Ausführung in Accord, nach Körper-, Flächen- oder Längenmaass, welches den verschiedenen Arbeiten am zweckmässigsten zum Grunde zu legen, muss stets die Regel, wie für den ganzen Anschlag, so auch insbesondere hier bilden.

3) Tagelohn ist nur ausnahmsweise für Arbeiten anzusetzen, welche sich nach Maass und Zahl nicht füglich angeben lassen.

D. Steinpflasterarbeiten.

Anmerkung. Hierher gehören: das Spalten, Aptiren und Sortiren der Pflastersteine, das Einbringen und etwa nöthige besondere Befestigen der Unterbettung, der Aufbruch des alten Pflasters und die zur Umlegung oder Ausbesserung desselben nöthigen Arbeiten; die Beseitigung des dabei verfallenden Abraums unter Bewahrung der brauchbaren Materialien; das Rammen, das Besanden und die allgemeine Wartung und Unterhaltung des Pflasters in der Sandüberlage.

E. Walzungen.

Anmerkung. Hierunter sind lediglich die Kosten für die Bespannung der Walze und für die zur bessern Dichtung etwa erforderliche Heranförderung von Wasser, nach laufenden Ruthen der zu befestigenden Bahn zu veranschlagen, wobei je nach der Längen- und Breitenausdehnung der Flächen, Härte der Materialien, oder sonst in Frage kommenden Umstände der Preis zu begründen ist.

F. Brücken, Canäle, Ueberfahrten etc.

Anmerkungen. 1) Hier sind die Kosten für die Unterhaltung von allen in dem Chausseedamme oder zur Seite liegenden Brücken, Canälen und Durchlässen, sowie gepflasterten Gossen, Mulden und Abfahrten bis zur Erneuerung derselben (sofern nicht die Erneuerung oder Vervollständigung der im Vorberichte sub 6., Anm. b. erwähnten Brücken in Frage kommt) speciell zu veranschlagen.

2) Wenn bei hierher gehörigen Gegenständen die Special-Veranschlagung zu umfangreich für den Hauptanschlag erscheint, so sind in den geeigneten Fällen für die einzelnen Objecte Separatanschläge aufzustellen, und, unter Bezugnahme darauf, hier im Hauptanschlage nur die Kosten im Ganzen dafür anzusetzen.

3) Nur wenn bei nicht gewöhnlichen Constructionen und bedeutenderen Reparaturen an Brücken durch wörtliche Beschreibung die beabsichtigten Arbeiten nicht genügend anschaulich zu machen stehen, wird es der Miteinsendung besonderer Risse mit eingeschriebenen Maassen bedürfen, worauf denn als Anlage entweder hier oder in den besonderen Unteranschlägen Bezug zu nehmen ist.

G. Weghäuser sammt Zubehör und Weggeld-Barrièren.

Anmerkungen. 1) Hier sind die Kosten der Unterhaltung der Wohn- und Stallgebäude zu berücksichtigen, zugleich aber auch die Erfordernisse einer nothwendigen Reparatur und gänzlichen Auswechselung durchaus nicht weiter zu conservirender

Nebenbauwerke, an Brunnen, Befriedigungen etc., incl. der Weggeld-Barrièren, sowie des sonstigen, unzweifelhaft der Chaussee-Bauverwaltung angehörigen Inventarii, an Tafeln, offenen Schränken, Leuchten etc., wie denn auch das Schornsteinfegerlohn hier auszuwerfen ist.

2) Sind an den fraglichen Gebäuden oder zubehörigen Bauwerken grössere Reparaturen vorzunehmen, deren Special-Veranschlagung für den Hauptanschlag zu umfangreich erscheint, so ist solcherhalb ein besonderer Anschlag aufzustellen, worauf hier als Anlage Bezug zu nehmen sein wird, unter Erläuterung des Bedürfnisses im begleitenden Inspectionsberichte.

3) In Fällen einer unvermeidlichen Erneuerung oder Veränderung in dem Umfange, oder der innern Einrichtung der Gebäude, sowie einer grösseren Umgestaltung der zubehörigen Bauwerke ist darüber, ganz abgesondert von den Unterhaltungs-Vor- und Anschlägen, jedesmal unter Vorlegung erläuternden Risses und Anschlags ein Antrag von der Inspection zu machen.

H. Befriedigungen etc.

Anmerkungen. 1) Hierunter sind auch speciell zu veranschlagen die Kosten für Unterhaltung und Herstellung der Stütz-, Futter- und Ufermauern und alle sonstigen Vorrichtungen, die zur Sicherung des Verkehrs auf den Chausseen, sowie neben Steinbrüchen, Grand- und Sandgruben, nöthig sind, ferner auch die Abweisepfähle und Steine.

2) Desgleichen sind hier die Kosten zu berechnen für die Erhaltung der Kantenzäune an den Böschungen, Gräben und sonstigen Ufern. (Deckwerke an den Brücken gehören zur Anschlagsrubrik sub F.)

3) Ueber grössere Verwendungen für obige Gegenstände wird, wo es angemessen erscheint, besonderer Anschlag, erforderlichen Falles durch Zeichnung erläutert, auszuarbeiten und darauf als Anlage hier Bezug zu nehmen sein.

I. Meilen- und Nummersteine.

Anmerkung. Hier sind auch die Kosten für etwa vorkommende Handweiser, sowie für Warnungs- und sonstige Tafeln und deren Pfahlwerke zu berechnen.

K. Baumpflanzungen.

Anmerkungen. 1) Hier sind die Kosten gehörig übersichtlich zu veranschlagen für die Ergänzungen schon bestandener Pflanzungen von Obst- oder Waldbäumen nebst Baumstangen und sonstigen zur Sicherung der Bäume dienenden Schutzmittel, desgleichen von Buschpflanzungen an den Böschungen etc., ferner für die gehörige Reinigung und Erhaltung der Bäume und Buschpflanzungen im Beschnitt, sowie auch für das Ergänzen der Anbindung durch Sachverständige.

2) Wenn in Folge von Naturereignissen ganze Reihen von Bäumen auf den Chausseen vernichtet werden, so erfolgen die Kosten für deren Herstellung nicht aus dem Unterhaltungs-, sondern aus dem Neubau-Fonds und ist für solchen Fall besonderer Anschlag einzureichen.

L. Geräthschaften.

Anmerkungen. 1) Hier sind die Kosten zu berechnen für Ergänzung der abgängigen und die Unterhaltung der noch tauglichen grössern Arbeitsgeräthe an Schneepflügen, Messkasten, Sieben, Rammen, Stampfen, Karren, Hammern, Brecheisen etc.,

2) sowie auch die Unterhaltung der Chausseewalzen und dazu gehörigen Wasser-Transportwagen (deren erste Anschaffung aus Neubaumitteln bestritten wird); desgleichen für die Ergänzung und Unterhaltung der kleineren Arbeitsgeräthe und Instrumente aller Art, soweit selbige nicht, theils von den eigentlichen Handwerkern, incl. Steinsetzer von Profession, sowie von den Steinbrechern und Aufbereitern der Pflastersteine, theils von den Tagelöhnern und Accordarbeitern bedungenermassen selbst gehalten werden müssen, und mag pro 100 lfde. Ruthen der Aufseherabtheilung ein entsprechender, aus der Erfahrung entlehnter Betrag für solche Ergänzung und Unterhaltung hier ausgeworfen werden, wo die Veranschlagung nicht im Speciellen thunlich sein sollte.

M. Entschädigungen.

Anmerkungen. Es sind hier die Kosten zu veranschlagen:

1) für die laut besonderer Vereinbarungen, sowohl fortlaufend, als vorübergehend, zu leistenden Entschädigungen für die Benutzung von fremden Steinbrüchen (Bruchzins) Grand-, Sand- und Erdgruben, oder für Sodenstich etc. (Die desfallsigen Beträge müssen hier specificirt werden, bei Angabe, ob und welches Körper- oder Flächenmaass, oder nur eine runde Summe der Berechnung der Entschädigung zum Grunde liegt);

2) für augenblickliche oder für eine bestimmte, näher anzugebende Zeit behandelte Benutzung von Steinfuhrwegen, sowie von Plätzen zur Material- oder Schlammniederlage etc.;

3) für Miethe von Geräthelocalen, deren Dauer und Preis mit dem Namen des Eigenthümers anzugeben ist.

4) Dagegen bleiben hier ausser Acht: die Kosten für Grunderwerbungen bei nöthigen Grabenanlagen, Verlegungen oder Erweiterungen incl. Stellwanne, oder in sonstigen unvermeidlichen Veranlassungen, sowie auch für Gebäude- und Bauwerke-Versetzungen, in Folge nothwendig befundener partiellen Veränderung in der Chausseelinie; indem diese Gegenstände nicht dem Unterhaltungs- sondern dem Neubau-Fonds zur Last fallen, und betreffende besondere Vor- und Anschläge erfordern.

N. Insgemein.

Anmerkungen. Hier sind zu berechnen die Kosten:

1) für interimistische Vorrichtungen zur Sperrung der Passage mit Nachtwachen und Leuchten;

2) für Kalk zum Bezeichnen der abgenommenen Steine;

3) für unvorherzusehende Arbeiten und Leistungen, unvermeidliches Botenlohn zu dienstlichen Bestellungen, für Aufräumungen in Folge von Sturzregen und sonstigen ausserordentlichen Naturereignissen, und für andere Vorkommenheiten, wovon die Ausgaben der Chausseebauverwaltung unvermeidlich zur Last fallen, ist ein aus der Erfahrung zu entlehnender gebräuchlicher Procentsatz nach den Gesammtkosten der vorhergehenden Rubriken dieses Anschlags auszuwerfen. (Sonst darf hier durchaus nichts berechnet werden, was unter die übrigen Rubriken gehört.)

Recapitulation.

		℔	gr	₰
A.	Material-Gewinnung	"	"	"
B.	Material-Fuhren	"	"	"
C.	Handarbeiten	"	"	"
D.	Steinpflasterarbeiten	"	"	"
E.	Walzungen	"	"	"
F.	Brücken, Canäle, Ueberfahren etc.	"	"	"
G.	Weghäuser sammt Zubehör	"	"	"
H.	Befriedigungen	"	"	"
I.	Meilen- und Nummersteine	"	"	"
K.	Baumpflanzungen	"	"	"
L.	Geräthschaften	"	"	"
M.	Entschädigungen	"	"	"
N.	Insgemein	"	"	"
	Total-Summa	℔	gr	₰

Aufgestellt den ten 18

(Bezeugung und Unterschrift des Wegbaumeisters.)

(Unterschrift des Inspections-Vorgesetzten.)

Schlussbemerkungen. 1) Sollten unter der einen oder der andern der obigen Rubriken keine Ausgaben zu berechnen sein, so sind selbige gleichwohl stets vollständig in gehöriger Reihefolge, sowohl im Context, als in der Recapitulation aufzuführen, unter dem Zusatze, im Contexte: „Nichts“, in der Recapitulation durch einen Strich.

2) Ansätze in runden Summen müssen überall vermieden werden, wo sich der Kostenbedarf irgend berechnen und wirklich veranschlagen lässt, eventuell können solche Sätze höchstens bis zu 5 ℔ für den einzelnen, thunlichst zu erläuternden Gegenstand passiren.

3) der Geldwerth der Arbeitsleistungen des vorhandenen Wärterpersonals ist von denjenigen Anschlags-Rubriken in Absatz zu bringen, unter welche die Leistungen fallen.

4) Die mehr oder weniger eigentlichen Verwaltungsausgaben, als:

a. die feststehenden Besoldungen, Zulagen und Remunerationen, sowie die fixirten Dienst-Emolumente der Weggeld-Erheber;
b. die der Hebestellen sammt Zubehör wegen zu zahlender Miethgelder, Landpacht, Grund- und Häusersteuer, Grund- und Erbenzins und Brandcassenbeiträge, wo letztere gesetzlich zu berichtigen sind;
c. die feststehenden Besoldungen und Zulagen der wirklich oder provisorisch angestellten Chaussee-Aufseher;
d. desgleichen der Chaussee-Wärter werden nicht in den Unterhaltungs-Anschlägen berechnet.

5) Ebenso sind auch die chausseebauseitig zu unterhaltenden Gebäude, Bauwerke und sonstigen Gegenstände in einem die ganze Inspection umfassenden Verzeichnisse, jedoch getrennt darin für die einzelnen Aufscherabtheilungen nach dem (durch Ministerialrescript vom 24. Decbr. 1845) dazu vorgeschriebenen Formulare aufzuführen, und solches Verzeichniss als fernere besondere Anlage dem Begleitberichte anzufügen.

6) Etwa zu erwartende Einnahmen für entbehrlich werdende Materialien, Geräthschaften, Baumabfälle u. s. w. sind nicht im Anschlage abzurechnen, sondern, soweit sie von grösserm Belang, und vorher zu übersehen, im Begleitberichte besonders zu erörtern.

Chaussee von Hannover auf Nenndorf.
(1ste und ein Theil der 2ten Meile.)

Unterhaltung pro $18^{61}/_{62}$.

Inspection Hannover.

№. 2.

Anschlag

der erforderlichen Kosten zur Unterhaltung der 1. Aufseher-Abtheilung von 1 Meile 590 Ruthen Länge.

Vorbericht.

1) Die Chaussee-Abtheilung beginnt am Calenberger Thore, führt durch die Ortschaften Linden, Bornum und Empelde und endet an der Barrière zu Everloh.

2) In ihrer ganzen wegbauseitig zu unterhaltenden Länge begreift diese Chaussee-Abtheilung:

a.	Steinpflasterbahn vom Calenberger Thore bis zur Ihmebrücke von 24 bis 56 Fuss Breite	$31^1/_4$ Ruthen
b.	desgleichen auf der Ihmebrücke von $23^1/_2$ Fuss Breite . .	$11^1/_4$ „
c.	desgleichen von der Ihmebrücke bis nach dem Weghause vor Linden von 24 bis 36 Fuss Breite	197 „
d.	Doppelbahn, 18 Fuss Pflaster- und 12 Fuss Steinschlagbahn	$350^1/_2$ „
e.	Steinschlagbahn vom Tönniesberge bis zur Barrière in Everloh, 20füssiger Breite	$1587^1/_2$ „
	Zusammen	$2177^1/_2$ Ruthen.
	oder wie oben:	1 Meile 590 Ruthen.

3) In dieser Abtheilung liegen keine wegbauseitig nicht zu unterhaltende Wegestrecken.

4) Zur Unterhaltung der Fahrbahn werden folgende Steinmaterialien verwandt:

a. Keuperflastersteine aus dem Bruche am Lüningsberge bei Aerzen behuf der Pflasterstrecken. Der Bruch ist von der Wegbauverwaltung in Zeitpacht genommen. Das Material muss $7^1/_2$ Meilen weit verfahren werden. — Der zur Unterhaltung des Fussweges in und hinter Linden erforderliche Grand wird aus der Ihme entnommen. Der Pflastersand wird aus der Umgegend von Linden und Herrenhausen bezogen.

b. Fester Grauwackensandstein aus dem Steinbruche im Communion-Gebiete am Rammelsberge bei Goslar. Dieses Material muss $2^3/_4$ Meilen mittelst gewöhnlicher Fuhrwerke und $13^1/_4$ Meilen per Eisenbahn transportirt werden. Der Bruchzins liegt mit im Gewinnungspreise.

5) Das besoldete Aufseher- und Wärterpersonal besteht aus:

a. dem Wegbau-Aufseher N. zu Linden,
b. dem Chausseewärter N. zu Northen.

6) Die Nummersteine auf dieser Chaussee-Abtheilung stehen 20 Ruthen von einander.

7) Auf dieser Abtheilung ist wegen der Nähe von Linden und Hannover immer ein grosser Mangel an Arbeitern, wodurch der Reparaturbetrieb sehr vertheuert wird.

8) Vor der Barrière zu Linden liegt ein altes, 32 □Ruthen haltendes sehr schlechtes Steinpflaster, dessen Umlegung im nachstehenden Anschlage berücksichtigt ist. Ferner sind nach diesem Anschlage 200 lfde. Ruthen Nebenbahn von No. 20 bis No. 30 zu überdecken.

No. der Positionen.	Vordersätze.	Gegenstände der Veranschlagung.	Kosten-Bedarf. ℔	gr	₰
		A. Material-Gewinnung.			
		I. Pflasterbahn.			
		1) Zur Umlegung.			
a	32	□Ruthen altes Pflaster, von der v. Alten'schen Mauerecke in Linden bis zum Weghause daselbst, umzulegen, erfordert an Zuschusspflastersteinen pr. □R. 5 Kasten. (Die Abfälle kommen der Steinschlagbahn zu Gute) . . . . . = 160 Kasten.			
		2) Zur Reparatur.			
b	213	lfde. Ruthen 24 bis 56 Fuss breite Pflasterbahn vom Calenberger Thore bis an die vorbenannte Umbaustrecke, erfordern pro lfde. Ruthe $^1/_{20}$ Kasten Zuschuss-Pflastersteine . . . . . 10 „			
c	$350^1/_2$	lfde Ruthen 18 Fuss breite Pflasterbahn vom Lindener Weghause bis oben auf den Tönniesberg, à lfde. Ruthe $^1/_{16}$ Kasten Zuschuss an Pflastersteinen . . 22 „			
		Zusammen 192 Kasten. oder 3 Faden Lüningsberger Pflastersteine.			
		II. Steinschlagbahn.			
		1) Zu Decken.			
d	200	lfde. Ruthen Nebenbahn von No. 20 bis No. 30 zu decken erfordern: α. pro lfde. Ruthe $1^1/_2$ Kasten Ronneberger Steine zur Abgleichung und Verstärkung des stark abgenutzten Unterbaues . . . . . 300 Kasten ausserdem β. pro lfde. Ruthe 3 Kasten Grauwackensandsteine . . . . . 600 „			
e	90	lfde. Ruthen pro $28^{30}/_{60}$ zwischen No. 30 und $34^1/_2$ gedeckte Nebenbahn, haben zur Abgleichung und Verstärkung des Unterbaues und, um mit den zur Deckenbildung veranschlagten drei Kasten Grauwackensandsteine pro lfde. Ruthe das normale Profil herzustellen, noch $1^1/_2$ Kasten Ronneberger Steine erfordert, im Ganzen also . . . . . 135 „			
		Latus 1035 Kasten.			

			℔	gr	₰
		Transport 1035 Kasten.			
		2) Zur Reparatur.			
f	110	lfde. Ruthen in diesem Jahre von No. 0 bis No. 5½ gedeckt werdende Steinbahn . . . . . — Kasten			
g	290	lfde. Ruthen von No. 5½ bis 20, à ½ Kasten Grauwackensandsteine . . . 145 „			
h	60	lfde. Ruthen von No. 20 bis 23, pro 18⁵⁹/₆₀ gedeckte Länge. . . . . — „			
i	240	lfde. Ruthen von No. 23 bis 35, pro lfde. Ruthe 1 Kasten Grauwackensandsteine 240 „			
k	500	lfde. Ruthen von No. 35 bis 60, à lfde. Ruthe ½ Kasten dergl. . . . . 250 „			
l	387½	lfde. Ruthen von No. 60 bis 79, à lfde. Ruthe ½ Kasten, incl. des aus Noth bereits verbrauchten Quantums . . 194 „			
		in Summa 1864 Kasten.			
		oder:			
1	7	Faden Ronneberger Steine, à 8 ℔	56	—	—
2	22	Faden Grauwackensandsteine, à 17 ℔ 15 gr . . .	385	—	—
		Summa	441	—	—
		B. Material-Anlieferung und Fuhren.			
3	3	Faden Lüningsberger Pflastersteine anzuliefern, pro Faden incl. Bearbeitung 149 ℔ 10 gr	448	—	—
4	7	Faden Ronnenberger Steine anzuliefern, à 16 ℔ . .	112	—	—
		Die Grauwackensandsteine 13½ Meilen per Eisenbahn und 2¾ bis 3 Meilen mittelst gewöhnlichen Fuhrwerks zu transportiren, kosten (einschliesslich des Aufruthens am Vienenburger Bahnhofe, sowie des Verladens in die Eisenbahnwagen) für:			
5	9	Faden von Linden bis auf den Tönniesberg, à Faden 90 ℔	810	—	—
6	2¹⁷/₆₄	Faden von No. 0 bis 20, à Faden 92 ℔	208	13	1
7	3⁴⁹/₆₄	Faden von No. 20 bis 35, à Faden 96 ℔	361	15	—
8	3⁵⁸/₆₄	Faden von No. 35 bis 60, à Faden 100 ℔ . . .	390	18	8
9	3²/₆₄	Faden von No. 60 bis 79, à Faden 106 ℔ . . .	321	9	4
10	100	Kasten Bindegrand zur 200 Ruthen langen Decke zwischen Linden und dem Tönniesberge zu liefern, à 10 gr	33	10	—
11	250	Kasten Grand zur Unterhaltung des Fussweges und zur Bedeckung der abgewehten Steinbahnstrecken, pro Kasten 10 gr	83	10	—
12	120	Kasten Grand zu den Pflasterumlegungen, à 7,5 gr .	30	—	—
13	40	Kasten Grand zu den Pflasterreparaturen, à 7,5 gr .	10	—	—
14	3	Faden Pflastersteine aufzuruthen, à 1 ℔ 10 gr . .	4	—	—
15	29	Faden Bruchsteine aufzuruthen, à 1 ℔ 10 gr . . .	38	20	—
16	510	Kasten Grand und Sand zu messen, à 3 ₰ . . .	5	3	—
17	30	Tagefuhren, um den Schlamm von der Hannover-Casseler Chaussee zur dringend nothwendigen Besserung des tief ausgefahrenen Sommerweges am Tönniesberge anzufahren, à 3 ℔ (mit Wechselwagen)	90	—	—
18	20	Tagefuhren mit Wechselwagen zur Abfuhr des Chaussee-Schlammes, welcher nicht unentgeltlich abgeholt wird, à 2½ ℔	50	—	—
		Latus	2996	9	3

			℔	gr	₰
		Transport	2996	9	3
19	2	Tage den Schneepflug nach Schneefall mit 4 Pferden zu bespannen, à 4 ℔	8	—	—
		Summa	3004	9	3
		Davon ab: der Werth einer einmonatlichen Wärterleistung mit	7	—	—
		Bleiben	2997	9	3
		C. Handarbeiten.			
20	22	Faden Grauwackensandsteine nach dem Würfel von $1^1/_2$ bis $1^3/_3$ Seitenmaass zu zerschlagen, à Faden incl. Haltung der Geräthe von Seiten der Steinschläger 18 ℔ 20 gr	410	20	—
21	7	Faden Ronnenberger Steine grob zu zerschlagen, à $5^1/_3$ ℔	37	10	—
22	$42^1/_2$	lfde. Ruthen 24 bis 56 Fuss breite Pflasterbahn vom Calenberger Thore bis über die Ihme-Brücke im Laufe des Jahres 40 Male abzuschlämmen, oder zu fegen und den Abraum zu beseitigen, erfordern nach gemachter Erfahrung 80 Tagelöhne, à 11,3 gr . .	30	4	—
23	170	Ruthen lang in Linden die westliche Gosse 100 Male zu reinigen erfordert jedesmal $^3/_4$ Tage Arbeit, im Ganzen 75 Tagelöhne, à 11,3 gr	28	7	5
24	232	lfde. Ruthen Fussweg vom Calenberger Thore bis über die Ihme-Brücke auf beiden Seiten, von da ab bis durch Linden auf einer Seite, stets in Ordnung und rein zu erhalten, denselben mehrere Male mit gesiebtem Grande abzugleichen und im Winter bei Glatteis mit Asche und Sand zu bestreuen etc., erfordert wöchentlich $1^1/_2$, im Ganzen also 80 Tagelöhne, à 11,3 gr	30	4	—
25	—	Für contractlich übernommene Reinigung der Pflasterbahn und Gossen auf der 185 Ruthen langen Abtheilung in Linden beträgt der chausseebauseitige Beitrag	50	—	—
26	1938	lfde. Ruthen 30 Fuss breite Doppelbahn und 20 Fuss breite Steinschlagbahn vom Lindener Weghause bis an das Ende dieser Abtheilung im Laufe des Jahres 5 Male abzuschlämmen und den abgezogenen Schlamm auf die Seite zu bringen, pro lfde. Ruthe 2,5 gr	161	15	—
27	200	lfde. Ruthen Gräben in verschiedenen Feldmarken auszuheben, à 2,5 gr	16	20	—
28	—	Für das Aufladen des Chaussee-Schlammes auf der Hannover-Casseler Chaussee zur Verbesserung des Sommerweges am Tönniesberge, für das Planiren desselben am Verbrauchsorte sind zu setzen 90 Tagelöhne, à 10 gr	30	—	—
29	—	Für das Aufladen des wegbauseitig abzufahrenden und zum Theil des unentgeltlich abgeholt werdenden Chaussee-Schlammes wird wieder der gewöhnliche Ansatz gemacht, im Betrage von	30	—	—
30	7	Faden zerschlagene Ronnenberger Steine zu verbauen, à 2 ℔	14	—	—
31	$9^1/_4$	Faden Steinschlag zu den Decken zu sieben, pro Faden 4 ℔ 8 gr	39	14	—
		Latus	878	4	5

			ℳ	gr	₰
		Transport	878	4	5
32	9¼	Faden zu den Decken ausgesiebten Steinschlag zu verbauen, à 2 ℳ	18	15	—
33	125/64	Faden Steinschlag auszuharken, zu reinigen und denselben nach gehöriger Bearbeitung der Steinschlagbahn in kleinen Flickereien zu verbauen, auch bei und nach dem Walzen bis zur völligen Bindung die nöthigen Handarbeiten zu verrichten, à 6½ ℳ .	83	8	4
34	12	Tage mit 2 Walzen die 200 Ruthen Decken zu walzen, kosten an Arbeitslöhnen pro Tag 2⅔ ℳ . . .	32	—	—
35	12	Tage mit einer Walze die Ausbesserungen zu walzen, à Tag nur 6 Arbeiter, à 10 gr = 2 ℳ	24	—	—
36	15	Tage den zu walzenden Steinschlag behuf Beförderung seiner Dichtung anzunässen, kostet an Arbeitslöhnen pro Tag 1⅓ ℳ	20	—	—
37	100	Kasten Bindegrand vor dem Verbauen zu sieben, à 6 ₰	2	—	—
38	2177½	lfde. Ruthen Chaussee nach starkem Schneefall aufzuräumen kostet nach mehrjähriger Erfahrung pro lfde. Ruthe 4 ₰	29	1	—
39	2177½	Ruthen lang die ganze Chaussee-Abtheilung während des Jahrs in Ordnung zu erhalten, alle Bestandtheile derselben gehörig zu warten, Brücken, Canäle und Gräben stets offen zu halten, Fuss- und Sommerwege zu entgrasen, zu planiren, im richtigen Querprofile zu erhalten und mit Grand auszubessern, Wegepolizei und Weggeld-Controle auszuüben etc. kosten pro lfde. Ruthe 2,5 gr	181	13	8
		Summa	1268	12	7
		Davon ab: der Werth einer 11monatlichen Wärterleistung (mit 11 × 7) = ...	77	—	—
		Bleiben	1191	12	7
		D. Steinsetzerarbeiten.			
40	32	□Ruthen altes Pflaster von der v. Alten'schen Mauerecke bis zum Weghause in Linden umzulegen kostet pro laufende Ruthe 3½ ℳ	112	—	—
41	42½	lfde. Ruthen 24 bis 56 Fuss breite Pflasterbahn vom Calenberger Thore bis über die Ihmebrücke erfordern eine bedeutende Ausbesserung, wofür anzusetzen sind pro lfde. Ruthe 15 gr	21	7	5
42	200	lfde. Ruthen 24 bis 36füssige Pflasterbahn in Linden, welche auf der mit alten Steinen neu gepflasterten Strecke oben in Linden im verflossenen Winter stark gelitten hat, erfordert zur Ausbesserung pro lfde. Ruthe 10 gr	66	20	—
43	350½	lfde. Ruthen 18 Fuss breite Pflasterbahn vom Lindener Weghause bis auf den Tönniesberg auszubessern, à 2,5 gr	29	6	3
44	54	Ruthen lang in Empelde zwischen No. 28 und 32 behuf Verbesserung des Wasserabzuges eine 2½ Fuss breite und 3 Zoll tiefe Gosse von gut bearbeiteten Pflastersteinen vom Deister anzulegen, kostet incl. Anlieferung des Materials und Herstellung der Pflasterbettung pro lfde. Ruthe 2 ℳ	108	—	—
		Summa	337	3	8

			ℛ	gr	₰
		E. Walzungen.			
45	200	lfde. Ruthen 12 Fuss breite Hartsteindecke festzuwalzen, pro lfde. Ruthe durchschnittlich 20 gr . . .	133	10	—
46	12	Tage die Ausbesserungen festzuwalzen, à 6 ℛ . . .	72	—	—
47	15	Tage behuf Annässung des Steinschlags Wasser anzufahren, incl. Anleihung der Wassertonne pro Tag 2½ ℛ	37	15	—
		Summa	242	25	—
		F. Brücken und Canäle.			
48	63	grosse und kleine Brücken erfordern zu ihrer Unterhaltung pro Stück 5 gr	10	15	—
		Summa	per	se	
		G. Weghäuser sammt Zubehör.			
49	—	Für das Weissen des Weghauses zu Linden, Reinigen der Schornsteine, Oefen etc.	4	—	—
50	—	Für Unterhaltung der Gartenhecke daselbst	1	—	—
51	—	Für Reparaturen am Schlagbaume	1	—	—
52	—	Für nothwendige Fenster-Reparaturen noch	1	15	—
53	—	Für das contractliche Weissen der inneren Wohnräume des Weghauses zu Everloh, Reinigen der Schornsteine, Oefen etc..	4	—	—
54	—	Für kleine Reparaturen am Schlagbaume noch . . .	1	—	—
55	5	neue Warnungspfähle mit Tafeln an der Nebenbahn der Nenndorfer Chaussee, 2 wegen Fahrens auf dem Fusswege, 2 wegen Fahrens auf der Nebenbahn und 1 wegen Umfahrens des Lindener Weghauses, unter Benutzung des noch brauchbaren alten Materials zu erneuern, incl. Oelanstrich und Schrift, à 4 ℛ	20	—	—
56	—	Den Handweiser am Abzweigungspunkte der Hamelner Chaussee desgl.	6	10	—
		Summa	38	25	—
		H. Befriedigungen: Nichts.			
		I. Meilen- und Nummersteine.			
57	6	Stück neue Nummersteine anzufertigen und zu setzen, à 20 gr :	4	—	—
		Summa	per	se	
		K. Baumpflanzungen.			
58	80	Stück abgebrochene Aepfelbäume zu ergänzen, à 15 gr	40	—	—
59	2	Schock starke Baumstangen, à 5 ℛ	10	—	—
60	400	Stück grosse Aepfelbäume zu beschneiden, à 6 ₰ . .	8	—	—
61	1819	Bäume (1809 Obstbäume und 40 canadische Pappeln) während des ganzen Jahrs zu warten, anzukalken, von Raupen zu reinigen etc. kostet pro 100 Bäume 1 ℛ	18	15	—
		Summa	76	15	—
		L. Geräthschaften.			
		An neuen Geräthschaften sind erforderlich:			
62	3	neue Karren, à 3⅔ ℛ	11	—	—
63	6	Harken, à 17,5 gr	3	15	—
		Latus	14	15	—

			℔	gr	₰
		Transport	14	15	—
64	6	Schlammkratzen, à 18 gr	3	18	—
65	8	Schaufeln, à 20 gr	5	10	—
66	2	Steinsiebe, à 24 ℔	48	—	—
67	14	Mollen, à 12,5 gr	5	25	—
68	1	Pumpe zum Füllen der Wassertonnen	32	—	—
69	—	Für Unterhaltung dieser und der bereits vorhandenen Geräthe, pro 100 Ruthen dieser 2177½ Ruthen langen Abtheilung 1½ ℔	32	24	9
		Summa	142	2	9
		M. Entschädigungen.			
70	—	Nach Ablösung der, an den Justizrath von Lenthe zu Lenthe seither gezahlten Entschädigung für das Steinbruchs-Areal bei Northen, bleibt noch (an den Gutsbesitzer von Hugo zu Northen) eine Entschädigung zu leisten von	8	26	7
71	—	Ganzjährige Miethe für ein Geräthelocal an den Wärter Blume zu Northen	3	—	—
		Summa	11	26	7
		N. Insgemein.			
72	—	Für Kalk zum Bezeichnen der abgenommenen Steine und Ankalken der Bäume	3	—	—
73	—	Für das Oeffnen und Schliessen des Schlagbaumes vor dem alten Wege von Linden nach Bornum . . .	6	—	—
74	150	Stück Grenzsteine zur Bezeichnung der Seitengrenzen der Chaussee in verschiedenen Feldmarken, à 5 gr	25	—	—
75	—	Für unvorherzusehende Arbeiten und Leistungen etc. ist ¼ Procent der ganzen Anschlagssumme zu setzen	15	14	6
		Summa	49	14	6

Recapitulation.

		℔	gr	₰
A.	Material-Gewinnung	364	—	—
B.	Material-Anlieferung und Fuhren	2997	9	3
C.	Handarbeiten	1191	12	7
D.	Steinsetzerarbeiten	337	3	8
E.	Walzungen	242	25	—
F.	Brücken und Canäle	10	15	—
G.	Weghäuser sammt Zubehör	38	25	—
H.	Befriedigungen	—	—	—
I.	Meilen- und Nummersteine	4	—	—
K.	Baumpflanzungen	76	15	—
L.	Geräthschaften	142	2	9
M.	Entschädigungen	11	26	7
N.	Insgemein	49	14	6
	Total	5466	—	—

Aufgestellt:

N. . . . den . . ten 18

N. N.

Revidirt:

N. N.

Amt oder Magistrat N. N.
Wegbau-Inspection N. N.

Neubau 18

IV.

Anschlag

der

erforderlichen Neubaukosten für die Chaussee (Landstrasse No. . . .) (den Gemeindeweg) von . . . . . nach (auf) . . . . . in der Abtheilung von . . . . . bis . . . . .

Hierzu gehören ein Grundriss etc. . . . Stück Enteignungsverzeichnisse und . . . Stück Special-Anschläge.

Vorbericht.

1) Die Länge der Wegelinie beträgt:

a. an kunstmässig regulirten Dämmen mit Steinbahn von 0 bis 40 = 800 Ruthen,
b. dergleichen ohne Steinbahn von 40 bis 63 . . . . . = 460 „
c. an noch nicht im Plano hergestellten Strecken von 63 bis 78 = 300 „

Zusammen 1560 Ruthen.

Davon ab die anderen Verpflichteten obliegenden Strecken
von . . . bis . . . Ruthen

bleiben 1560 Ruthen,

oder . . . Meilen 1560 Ruthen, wovon die sub 1 c. aufgeführten 300 Ruthen für die folgende Veranschlagung in Betracht kommen.

2) Technische Beschreibung und Erläuterung der beabsichtigten Anlagen.

Planums- und Erdarbeiten.

Anzuführen: der Reihefolge nach, die verschiedenen Neigungen und ihre Längen; die Eintheilung der Kronenbreite nach den Abmessungen für Steinbahn, Sommer- und Fussweg, bei etwaiger verschiedener Eintheilung unter Angabe der Strecken und deren Länge; Sohlenbreite, Tiefe und Böschungsverhältniss der Gräben, wo sie fehlen, das Verhältniss der Böschungen allein; die Beschaffenheit des Baugrundes, soweit sie auf die Anlagen und deren Kosten einwirkt, nöthigenfalls nach den verschiedenartigen Längenabschnitten.

Steinbahn.

Sie enthält:

a. 16 Fuss breite Steinschlagbahn mit Borden aus Sandstein vom Teufelsberge, einem Grundbau aus Muschelkalk vom Krähenstein, und einer Decklage aus Basalt von Bramburg von 63 bis 68 . . . . . = 100 Ruthen,
b. 16 Fuss breites Reihenpflaster aus Bramburger Basalt von 68 bis 73 = 100 „
c. 12 Fuss breite Klinkerbahn von 73 bis 18 . . . . . = 100 „

= 300 Ruthen.

Ausserdem anzuführen: etwaige besondere Verhältnisse der Material-Bezugsquellen oder bauliche Verfahrungsarten, welche nicht aus den Anschlagspositionen ersichtlich sind und für die Beurtheilung Werth und Interesse haben.

Zubehörungen.

Anzuführen: die unter Zubehörungen zu befassenden Werke, nämlich die Wasserleitungsbauten, Futtermauern, Befriedigungen, Anpflanzungen, Abtheilungszeichen und Wegweiser, so wie die Gebäude, jede der vorstehenden Anlagen für sich, in der der Benennung des Weges entsprechenden Reihenfolge, unter Angabe der Hauptdimensionen; übrigens nur in so weit sie von grösserer Bedeutung sind und zu allgemeinen, die einzelnen Positionen abkürzenden Bemerkungen Anlass geben.

Nr. der Positionen.	Vordersätze.	Gegenstände der Veranschlagung.	Geld-Betrag. ℔	gr	₰
		A. Enteignung.			
1		Für abzutretende Vermögensgegenstände in der Feldmark N. N. nach anliegendem Verzeichnisse . . .	180	—	—
2		Desgl. in der Feldmark N. N. desgl.	246	—	—
3		Zur Abrundung	4	—	—
		Summa	430	—	—
		B. Planums- und Erdarbeiten.			
4	80	Schachtruthen leichten Lehmboden im Anschnitte zwischen 10 und 12 des Längenprofils zur Bildung des Planums bergwärts zu gewinnen, thalwärts zu transportiren, schichtweise aufzuschütten und zu stampfen, à 18 gr	38	—	—
5	90	Schachtruthen festen trockenen Thon im Einschnitte zwischen 0 und 2 zu gewinnen, nach Station 6 bis 7 im Mittel auf 50 Ruthen zu transportiren, desgl. à 40 gr	120	—	—
6	180	laufende Ruthen Planum in Ackererde und Sandboden zwischen 12 und 30 des Längenprofils mittelst Ausgleichung der Furchen und geringer Unebenheiten, Beseitigung von Hecken und Wällen etc. zu bilden, à 1 ℔ 14 gr	264	—	—
7	70	laufende Ruthen zwischen 2 und 4 und zwischen 7 und 10 des Längenprofils, für profilmässige Grabenziehung, Böschungsbearbeitung und Nachregulirung des Sommer- und Fussweges, à 22 gr 5 ₰	52	15	—
		1 lfde. Ruthe muldenförmige Grabenpflasterung 4′ breit kostet: 2½ Kasten grössere lagerhafte Bruchsteine von . . . frei Bauplatz, à 22 gr 5 ₰ . . 1 ℔ 26 gr 3 ₰			
		¼ □Ruthe hochkantiges Pflaster in gutem Verband, die einzelnen Steine lothrecht, beziehungsweise normal zur Muldencurve und dicht, schliessend herzustellen, à 2 ℔ . . . . . — „ 15 „ — „			
		Die Fugen des Pflasters mit zerhackten Queckenwurzeln auszustopfen und für Nachregulirung pro laufende Ruthe — „ 4 „ — „			
		Summa 2 ℔ 15 gr 3 ₰			
		Latus	474	15	—

			℔	gr	₰
		Transport	474	15	—
8	20	laufende Ruthen Grabensohle zwischen 10 und 12 des Längenprofils in obiger Weise zu befestigen, à 2 ℔ 15 gr 3 ₰	50	6	—
9	10	lfde. Ruthen Böschungen, etwa 10 □Ruthen, à lfde. Ruthe zwischen 6 und 7 des Längenprofils 4 Zoll hoch mit Dammerde zu bekleiden und zu besamen, à 14 gr 5 ₰	4	25	—
10		Zur Abrundung	—	14	—
		Summa	530	—	

C. Steinbahn.

Es sind erforderlich für:

a) 100 lfde. Ruthen 16′ breite, 10″ starke Steinschlagbahn
zu den Borden, à 2 Kasten . . . . . 200 Kasten
zum Grundbau, à 10 „ . . . . . 1000 „
zur Decklage, à 8 „ . . . . . 800 „
= 2000 Kasten

b) 100 lfde. Ruthen 16′ breites Reihenpflaster:
zu den Borden, à 2½ Kasten . . . . 250 Kasten
zum Pflaster à 9 Kasten . . . . . 900 „
= 1150 Kasten

c) 100 lfde. Ruthen 12′ breite Klinkerpflaster:
zu den Borden . . . . . 118 Stück Klinker
zum Pflaster, à 1200 = 120000 „ „
= 121⅕ mille.

11	200	Kasten Kantensteine zu den Borden der Steinschlagbahn zu gewinnen, à 7 gr 5 ₰, zwischen 63 und 68 des Längenprofils auf 1800 Ruthen mittlere Entfernung anzufahren, à 13 gr und, dem Bedarf entsprechend, nach einzelnen Kasten aufzusetzen, à 6 ₰, im Ganzen, à 21 gr 1 ₰	140	20	—
12	800	Kasten Bruchsteine zum Grundbau der Steinschlagbahn zu gewinnen, à 4 gr, zwischen 63 und 68 des Längenprofils auf 3200 Ruthen mittlere Entfernung anzufahren, à 21 gr und in fortlaufender Mauer 4 Fuss breit, 2 Fuss hoch auf den Sommerweg zu setzen, à 6 ₰, im Ganzen à 25 gr 6 ₰	682	20	—
13	200	Kasten Bruchsteine desgl., à 4 gr, zwischen 63 und 68 des Längenprofils auf 3600 Ruthen, desgl. à 23 gr 6 ₰, incl. Aufsetzen; im Ganzen à 27 gr 6 ₰ . .	184	—	—
14	800	Kasten Basalt zur Decklage der Steinschlagbahn zu gewinnen, à 3 gr 8 ₰, zwischen 63 und 68 des Längenprofils auf 4700 Ruthen mittlere Entfernung anzufahren, à 30 gr und in fortlaufender Mauer 4′ breit, 2′ hoch auf dem Fusswege aufzusetzen, à 6 ₰, im Ganzen à 34 gr 4 ₰	917	10	—
15	520	Kasten Sandsteine zu den Borden des Reihenpflasters zu gewinnen, à 7 gr 5 ₰, zwischen 68 und 73 des Längenprofils auf 1800 Ruthen mittlere Entfernung anzufahren, à 13 gr und, dem Bedarf entsprechend, nach einzelnen Kasten aufzusetzen, à 6 ₰, im Ganzen à 21 gr 1 ₰	175	25	—
		Latus	2100	15	—

			℔	gr	₰
		Transport	2100	15	—
16	900	Kasten gut bearbeitete Pflastersteine von 4 bis 6 Zoll Breite und 5 bis 8 Zoll Länge im Kopfe und 7 bis 8 Zoll Höhe, von der Bramburg bei Adelebsen zu gewinnen, à 8 gr, zu bearbeiten, à 16 gr, zwischen 68 und 73 auf 4800 Ruthen Entfernung anzufahren, à 29 gr und aufzuruthen, à 6 ₰; zusammen à 53 gr 6 ₰	1608	—	—
17	121½	Tausend Klinker anzuliefern, zu sortiren und aufzusetzen, à 11 ℔ 8 gr	1363	27	—
18	100	laufende Ruthen der Steinschlagbahn, den 16 Fuss breiten, unten wagerechten (nach einem Kreis-Segmente von 2 Zoll Pfeil bombirten) Erdkasten auszuheben, à 10 gr, die Borde zu ziehen, (und, wo es nöthig, zu unterbetten), à 7 gr 5 ₰, den Grundbau zu setzen, zu verzwicken und von oben hinreichend zu zerschlagen, à 15 gr, so wie das Deckmaterial aufzubringen, à 8 gr; im Ganzen 1 ℔ 10 gr 5 ₰	135	—	—
19	100	□Ruthen = 100 laufenden Ruthen der Steinschlagbahn nach einem Kreis-Segmente von 4 Zoll Pfeil und näherer Vorschrift völlig bindend und geglättet einzuwalzen; für Bespannung der Walze, Wasserzufuhr, Auftragen und Vertheilen des Bindematerials und für alle sonstigen Nebenkosten, à 30 gr	100	—	—
20	100	laufende Ruthen des Reihenpflasters den 16 Fuss breiten Erdkasten 14 Zoll tief auszuheben, à 15 gr und den Sand von ... zur Unterbettung auf 100 Ruthen mittlere Entfernung anzuliefern und 10 Zoll hoch einzubringen, à 1 ℔ 8 gr; im Ganzen à 1 ℔ 23 gr	176	20	—
21	100	□Ruthen = 100 laufende Ruthen Reihenpflaster zu legen, einzuspülen, abzurammen und zu bedecken, incl. des Planirens und Stampfens des Bettungsmaterials, sowie incl. aller Geräthe und Handreichungen, à 3 ℔ 10 gr	333	10	—
22	100	laufende Ruthen der Klinkerbahn den 12 Fuss breiten Erdkasten 18 Zoll tief auszuheben, à 15 gr, den Sand zur Unterbettung auf 150 Ruthen Entfernung anzuliefern und 14 Zoll hoch einzubringen, einzuschlämmen und genau nach der Wölbung der Bahn mittelst der Schablone abzugleichen, à 1 ℔ 22 gr, zusammen 2 ℔ 7 gr	223	10	—
23	121½	Tausend Klinker zu setzen und mit Sand einzuschlämmen, à 25 gr	101	12	5
24	300	laufende Ruthen Strasse nach Vollendung der Steinbahnarbeiten aufzuräumen und nachzureguliren, à 8 gr	80	—	—
25	—	Zur Abrundung	3	25	5
		Summa	6226	—	—
		D. Zubehörungen.			
26	—	Für die 10 Fuss breite Brücke (massiv) über den Schorlbach, nach beigefügtem Specialanschlage . .	350	—	—
27	2	Stück kleinere Brücken, resp. bei No. 7 und 18 des Längenprofils, von 3 Fuss lichter Weite durch die ganze Breite des Planums, desgl. à 48 ℔. . . .	96	—	—
28	6	Stück Durchlässe, 1½ Fuss im Lichten weit, 16 Fuss lang unter Seitenabfahrten, desgl. à 15 ℔ . . .	90	—	—
		Latus	636	—	—

			ℳ	gr	₰
		Transport	536	—	—
		Ein fertig gepflanzter Apfelstamm erfordert:			
		a. der Stamm aus der Baumschule, $7^1/_2$ Fuss hoch, $^3/_4$ Zoll unter der Krone im Durchmesser dick, fr. Pflanzstelle anzuliefern . . . . . 10 gr — ₰			
		b. für eine 12 Fuss lange, oben $2^1/_2$ Zoll im Durchmesser starke tannene vorschriftsmässig aptirte Stange, desgl. 2 „ — „			
		c. die Baumgrube aufzuwerfen, den Boden zu bereiten und wieder einzubringen . . . . . 1 „ 5 „			
		d. für Pflanzen, Beschnitt, Anbinden, Regulirung der Baumscheibe und Umzäunung mit Dornen . . . . . 1 „ 5 „			
		= 15 gr — ₰			
		Daher:			
29	300	Stück Apfelstämme zwischen 0 und 20 des Längenprofils in Abständen von je 2 Ruthen auf beiden Seiten des Weges zu setzen, à 15 gr	150	—	—
30	—	Zur Abrundung	—	—	—
		Summa	686	—	—
		E. Insgemein.			
31	—	Für Vermessung und Chartirung des Weges, soweit solche nicht von angestellten Baubeamten zu besorgen	4	—	—
32	—	Für Zeichen- und Schreibmaterial	3	—	—
33	12	Stück Hohlkarren, à 3 ℳ 10 gr mit Beschlag	40	—	—
34	10	Stück tannene Laufdielen, 20 Fuss lang, 10 Zoll breit und 2 Zoll dick, à 22 gr	7	10	—
35	8	Kreuzhacken, à 1 ℳ	8	—	—
36	—	Für Unterhaltung der neuen und vorhandenen Geräthe und Completirung der letzteren, pro laufende Ruthe 4 gr, für 300 Ruthen also	40	—	—
37	9	Monatslöhne für 1 Hülfsaufseher, à 14 ℳ	126	—	—
38	15	laufende Ruthen eines Interimswegs zwischen 7 und 9 des Längenprofils, incl. Landmiethe, Unterhaltungskosten während des Baues und Wiederaufnahme . .	80	—	—
39	—	Für interimistische Vorrichtungen zu localer Absperrung des Weges, sowie zur Sicherung der Passage mit Nachtwache und Laterne	25	—	—
40	—	Procentgelder des Rendanten, 1 Procent	85	—	—
41	—	Für sonstige kleinere oder nicht vorherzusehende Ausgaben und zur Abrundung nach dem Verhältniss von 1 Procent der obigen Kosten	85	20	—
		Summa	504	—	—

Recapitulation.

		℔	gr	₰
A.	Enteignung	430	—	—
B.	Planums- und Erdarbeiten	530	—	—
C.	Steinbahn	6226	—	—
D.	Zubehörungen	686	—	—
E.	Insgemein	504	—	—
	Total	8376	—	—

Aufgestellt N... den ten 18

Unterschrift des Aufstellers.

Bezeugung und Unterschrift des

Wegbaumeisters.

Inspectors.

V.

Geräthe.

Geräthe zu Erdarbeiten: Karren, Handwagen, Schaufel, Spitzhacke, Breithacke, Kreuzhacke, Keile zum Abspalten der Erde, Schlägel dazu, Laufdielen, Maassstäbe, Visirstäbe oder Baaken, Wiegetafeln oder Visirkrücken, Grund- oder Böschungsauch Bergwage, Stampfen, Tracirleinen, Grabenschablonen, Rasenschnitzer, Rasenmesser u. s. w.

Zur Gewinnung des Materials: Grosse Hämmer (18—20 ℔), Visirnadel, Spaltzeug, Bohrzeug, Brechstange oder Kuhfuss, Schleifen, Steinkarren etc.

Zur Zubereitung des Materials: Grosse Hämmer, kleine oder Handhämmer (8—10 ℔) mit zwei Bahnen, Hämmer zum Steinschlagen (Fig 161 a.), 2 bis 4 ℔ schwer, Draht- oder Holzsiebe, zum Sieben des Kieses und Sandes, Steinschlagsiebe (Fig. 106).

Zur Anfertigung der Steinbahn und Strasse überhaupt: Schablonen zu Banketten, zur Wölbung des Erdkastens, desgleichen der Steinbahn, meistens zum Aufsetzen auf die Bordsteine eingerichtet. Eiserne Pfähle oder Sticken (für Tracirleinen) ½ Zoll Durchmesser, von Rundeisen, unten zugespitzt, oben mit Knopf. Grosse Ramme (Fig. 161), etwa 60 ℔ schwer, von Eichenholz, Arme von Birken oder Eschen, an der Unterfläche oft mit Eisen beschlagen. Desgleichen (Fig. 162), eben so schwer. Eiserne Forken (Fig. 163) zum Aufnehmen des Steinschlags in die Molle (Fig. 164). Die Zinken der Forke und die Stangen im Boden der Molle lassen die Splitter und Unreinigkeiten durchfallen. Die Molle dient auch als Handsieb. Hölzerne Kratzen (Fig. 165) zum Abziehen des Schlammes und des Staubes, schonen die Strasse mehr als eiserne (Fig. 166), sind aber nicht so haltbar und nehmen ohne starken Druck den Schlamm nicht so rein weg wie die eisernen Kratzen. Hand- oder Stossramme (Fig. 167), etwa 15—20 ℔ schwer, unten oft mit Eisen beschlagen. Pflasterhammer, zum Setzen der Bordsteine und des Pflasters (Fig. 168). Anderweitige Geräthe im Eisenbahnbau.

Benennung

der sämmtlichen Wegbaugeräthe und Utensilien,

welche zu einem Inventarium gehören.

Actenschränke, Acten-Büchsen (Kapseln, Kasten), Anschreibetafeln der Einnehmer, Arbeitshütten, Astrolabia, Aexte (Barten, Beile); **B**änke, Bauhütten, transportable, Baumleitern und Treppen, Baum- und Buschmesser, Baumsägen, Baum- und Heckenscheeren, Bergkratzen, Besetzer (Ladestöcke) zum Steinsprengen, Bohlen, Bohrer, Erd-, Bohrer, Hand-, Bohrer, Stangen-, Bohrer, Stein-, Bohrhammer, Bohrlöffel, Boussole nebst Stativ, Brenneisen, Bretter und Dielen, Brunnensucher; **C**analwagen, Charriereisen, Controlirungszangen nebst Taschen; **D**ecken, Dienstsiegel der Inspection, Dienstsiegel der Weggeld-Einnehmer; **E**imer, hölzerne, lederne, Eishacken, Eisstösser, Erdwinden nebst Zubehör; **F**arbetöpfe, Feuerzeuge, Flaschenzüge; **G**eldkisten, Giesskannen oder Brausen, Grandkrücken oder Schieber, Grandwurfgitter von Holz, Grandwurfgitter

mit eisernen Stangen oder Flechtwerk, Grandtragkasten; Hacken, Breit-, Hacken, Kreuz-, Hacken, Spitz-, Hammer, grosse Vorschlag-, Hammer, kleine Steinschlag-, Hammer, Nagel-, Hammer-, Schell-, Bossir- oder Putz-, Hammer, Steinsetzer-, Handsägen, Handschlitten, Handwagen, Harken, eiserne, Harken, grosse Grand-, Harken, hölzerne, Hoheitszeichen und Schilder; Kalkbürsten und Quäste, Kalkhacken oder Schläger, Kalkkasten, Kalklöschkasten, Kalktonnen, Karren, Erd- oder Hohl-, Karren, Stein-, Karrenlichten, Tragriemen, Kasten zu Geräthschaften, Kasten zum Grand-, Erd- und Sandfahren, Keile, eiserne, Keil-Eisen und Bleche, Ketten, Kippregeln, Kneipzangen, Kopfnägelmaasse, Körbe zum Steinablesen etc., Kurbeln, eiserne; Lagerhölzer, Latten zu Rüstungen etc., Lehrbogen, Leitern, Leuchter, Linien zum Traciren etc.; Maasstäbe, 16füssige, desgl. 8füssige, desgl. 4füssige, Messkasten für Steine und Grand, Messketten nebst Sticken, Messketten-Stäbe, Messtisch mit Stativ, Mollen und Steintragkasten; Nagelhammer, Niveaux mit Fernrohr, nebst Stativ, Nivellirlatten oder Zielscheiben, Normal-Maassstäbe der Inspection; Pfahl- und Schott-Rammen, Pflanzeisen für Stecklinge, Pflasterrammen für vier Mann, desgl. gewöhnliche, Placat-Tafeln oder Schränke, Planirschaufeln, Probewürfel und Ringe zum Steinschlag, Pulverbüchsen und Kasten; Quecksilber-Büchsen, Quecksilber-Niveaux; Rammräder und Trieln, Rammtaue, Räum- oder Zündnadeln, Rasenbretter, Repositorien, Richtscheite, Rinnen, hölzerne, Rüstbäume, Rüstböcke, Rüstklammern; Schablonen verschiedener Art, Schaufeln, eiserne, Schaufeln hölzerne, Schemel, Schiffe und Kähne, Schlägel, Schlageisen, Schlammkratzen, Schmelzkellen, Schneepflüge, Schöpfwerke, Wasser-, Schreibpulte oder Schränke, Schraubenschlüssel, Setzwagen, Sodenmesser, Sodenstecher, Soden- oder Wallschläger, Spaten, Stampfen, Steinleitern, Steinzangen, Stempelapparat nebst Zubehör der Weggeld-Einnehmer, Stricke zum Rammen etc., Stühle, Sturz- oder Wippkarren; Theodolit, Tische, Töpfe, eiserne, Transporteur; Visirkrücken oder Wallkreuze, Visirstangen oder Baaken, Vorhängeschlösser, Vorpfähle; Wagschalen, Walzen, eiserne Chaussee-, Walzen, steinerne Chaussee-, Warnungszeichen, Wasserwagen, Wasserpumpen, Wegbau-Symbole (Hacke und Schaufel), Weghaus-Leuchten, Winkelhaken, Wurfschaufeln; grosse Wasser-; Zollstöcke, messingene der Einnehmer.

VI.

Tabelle

über die Tragkraft des gröberen und feineren Steinschlages verschiedener Gebirgsarten.

Die Tabelle enthält die Durchschnittsergebnisse von Zerdrückungsversuchen, welche mit geschliffenen Würfeln der aufgeführten Gesteine von 1 bis 8 Cubikzoll Grösse unter der Presse angestellt sind. Der zehnte Theil des durchschnittlichen Gewichts unter welchem die völlge Zerdrückung der geschliffenen Würfel eintrat, ist als die Tragkraft unregelmässig geformter Steinschlagstücke angenommen.

№ der Steingruppe.	Gesteinsart.	Wenn bei dem unregelmässigen Steinstücke beträgt: a. die quadratisch gedachte Kopffläche in Zollen				
		1	1¼	1½	1¾	2
		b. also der körperliche Inhalt in Cubikzollen				
		1	2	3⅜	5⅜	8
		so ist ihr sicherer Widerstand (Tragkraft) in Pfunden:				
1	Quarzfels vom Rammelsberge bei Goslar und einige nordische Findlinge	2100	3281	4725	6431	8400
2	Basalt aus dem Göttingschen	1700	2656	3825	5206	6800
3	Quarziger Keuper-Sandstein von Aerzen, Gabbro der festesten Art von Harzburg, Portlandkalk aus den festesten Schichten des Kappenberges bei Lauenau, kieseliger Kalk vom Schaafberge bei Stemmen . .	1600	2500	3600	4900	6400
4	Feinkörnige nordische Geschiebe, Thonquarz vom Schinkelberge bei Osnabrück, Stinkstein vom Hollenberge bei Osterode, Melaphyr aus der Gegend von Ilfeld . . .	1500	2344	3375	4594	6000
5	Diabas vom Steinberge bei Goslar, quarzige Grauwacke aus dem Kinderthale daselbst, Thonquarz vom Hasterberge bei Osnabrück, Liaskalk vom Laubrinke daselbst	1300	2031	2951	3981	5200
6	Feinkörnige Grauwacke von Ilfeld und Rothesitte, Muschelkalk vom Hasterberge bei Osnabrück, kieseliger Kalkstein der Waldformation am Deister bei Hohenbostel etc., fester Portlandkalk, und quarziger Hasting-Sandstein vom Rehburger Berge	1200	1875	2700	3677	4800
7	Kieseliger Portlandkalk von Glückauf, Thonporphyr vom Kuhberge bei Scharzfels, nordische Geschiebe geringerer Qualität, Thonquarz vom Högel und Hesemerberge, Muschelkalk vom Schweineberge bei Hameln	1000	1562	2250	3062	4000
8	Kulsandstein von Pagenhöhe bei Osterode, Kohlensandstein vom Piesberge bei Osnabrück, Grauwacke aus dem Gosethale bei Goslar, Muschel- und Korallenkalk verschiedener Fundorte	900	1406	2025	2756	3600
9	Grobkörnige glimmerreiche nordische Geschiebe, Muschelkalk von mittlerer Güte, Korallenkalk vom Osterwalde etc., jurassischer Dolomit, nicht splitteriger Kieselschiefer, fester Hasting-Sandstein	800	1250	1800	2450	3200
10	Minder guter Portland-, Korallen- und Muschelkalk, Hasting-Sandstein mittlerer Festigkeit, fester bunter Sandstein . . .	600	937	1350	1838	2400
11	Gewöhnlicher Quader-, Hasting- und bunter Sandstein, schlechter Muschelkalk	400	625	900	1225	1600
12	Sehr weicher Sandstein	200	313	450	612	800
13	Bröckliger Sandstein, Kalktuff	100	156	225	306	400

Anmerkung. Zur Bestimmung der Grösse der Steinstücke ermittle man die Anzahl derselben, welche ei grösseres Hohlmaass, von ½ bis 1 Cubikfuss Inhalt füllen, wobei denn auf die Steine die Hälfte des Raumes z rechnen ist.

VII.

Hannoverscher Tarif

für jede volle Hebestelle

nach dem Gesetz vom 4. Dec. 1834

für beladenes Fracht- und beladenes ausländisches Landfuhrwerk.

	Thlr	Sgr
A. Bei zweirädrigen Karren.		
a. Radfelgen unter 6 Zoll Breite; für jedes Zugthier:		
1) einspännig	1	4
2) zweispännig	1	5
3) dreispännig	2	—
4) vier- und mehrspännig*)	2	4
b. mit Radfelgen von 6 bis 8 Zoll Breite:		
5) von jedem Zugthier	1	—
c. mit Radfelgen von 8 bis 10 Zoll Breite:		
6) von jedem Zugthier	—	6
B. Bei vierrädrigen Wagen.		
a. mit Radfelgen unter 6 Zoll Breite; von jedem Zugthier:		
7) einspännig	1	—
8) zweispännig	1	3
9) dreispännig	1	4
10) vierspännig	1	6
11) fünf- und mehrspännig	2	—
b. mit Radfelgen von 6 bis 8 Zoll Breite:		
12) von jedem Zugthier	1	—
c. mit Radfelgen von 8 bis 10 Zoll Breite:		
13) von jedem Zugthier	—	6
Für unbeladene Fuhrwerke bestanden ermässigte Sätze.		
Für Pferde oder Maulthiere, nicht vorgespannt, pr. Stück	—	6
Für Hornvieh, nicht vorgespannt, nicht gekoppelte Füllen, Esel	—	2
Für Schafe, Schweine, Ziegen, Kälber	—	1
Für einen beladenen Schiebkarren (wenn keine landwirthschaftlichen Erzeugnisse darauf)	—	2

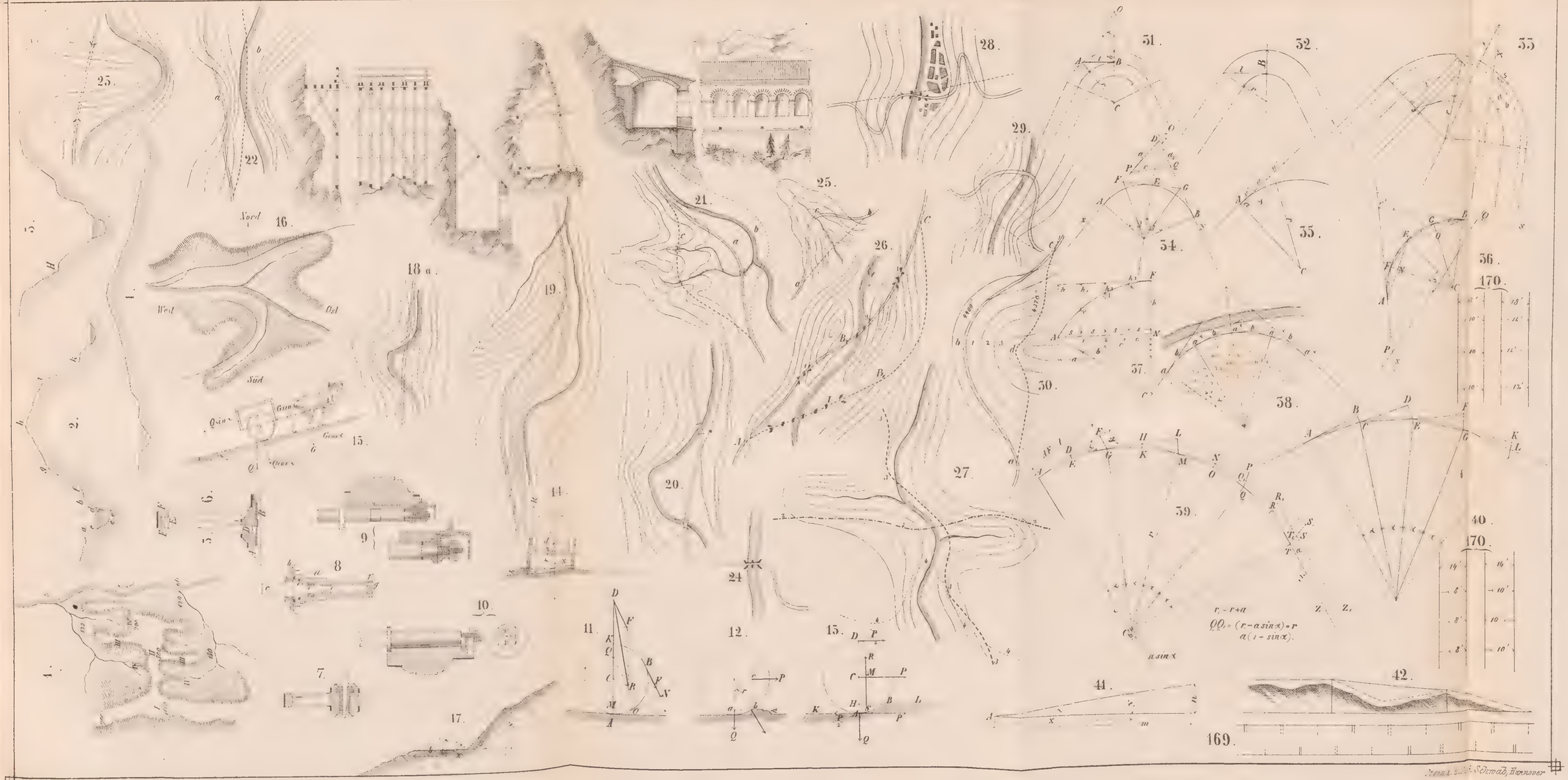
Der jetzige neue, übrigens nur provisorische Tarif erhebt nach Anzahl der Pferde 1 *sgr* pro Stück, gleichviel ob vor beladenem oder leerem Wagen. An vielen Stellen sind die Unterthanen an den innerhalb ihres Wohnorts belegenen Hebestellen vom Weggelde befreit.

---

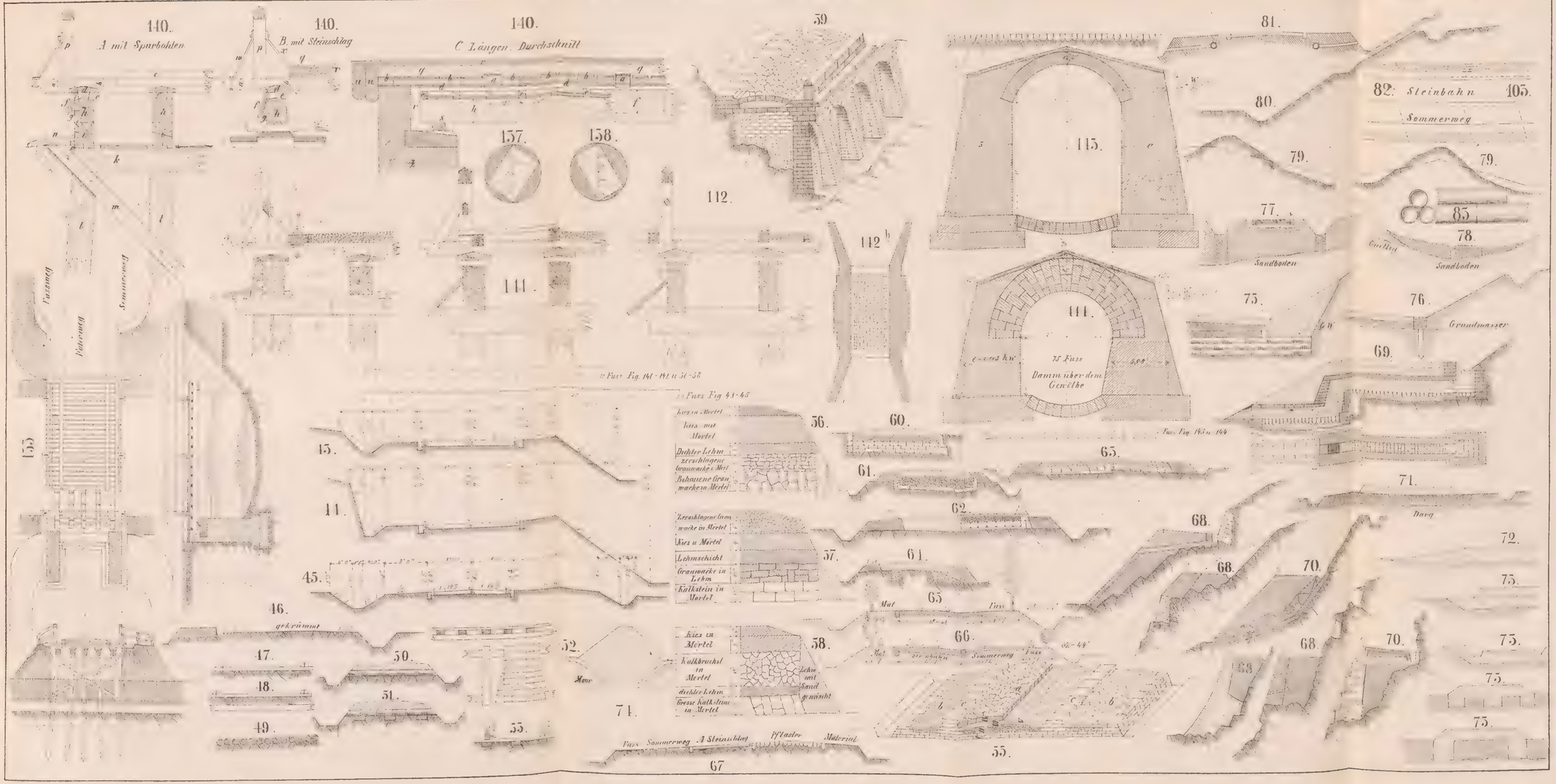
*) Der Tarif wächst mit der Anzahl Zugthiere vor jedem Wagen, da der letztere, je mehr Pferde davor, meistens um so schwerer beladen ist, und daher auf jedes Rad mehr Belastung kommt, welche die Chaussee mehr abnutzt. Indessen ist derselbe, weil die Classification der Fuhrwerke in jedem einzelnen Falle weitläufig, in der Anwendung schwierig, und jetzt durch den unten erwähnten (provisorischen) Tarif ersetzt.

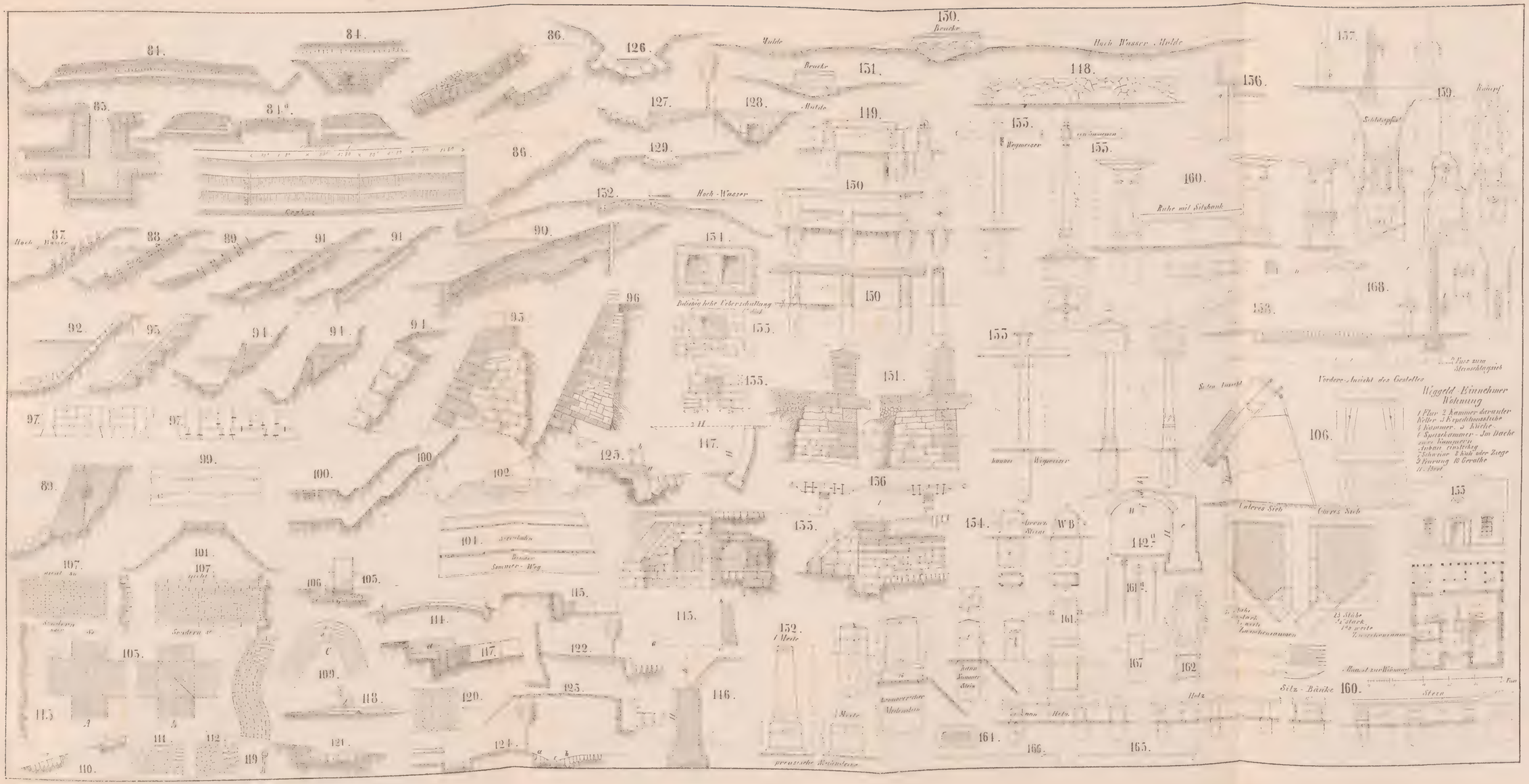
Berichtigung.

Pag. 6, Zeile 19 von unten, statt 3,700000 ℔ lies 1,700000 ℔.



Verl. v. L. Schwab, Hannover


140.
A mit Spurbohlen
140.
B. mit Steinschlag
140.
C Längen. Durchschnitt
59
81.
82. Steinbahn 105.
Sommerweg
80.
79.
79.
157.
158.
112.
115.
77.
85
78.
Sandboden
Sandboden
Fussweg
Fuhrweg
Sommerweg
141.
112 b
144.
75 Fuss
Damm über dem Gewölbe
75.
76.
Grundmasser
69.
155
Fuss Fig. 141-142 u. 51-58
Fuss Fig. 43-45
Kies in Mörtel
Kies mit Mörtel
Dichter Lehm
zerschlagene Grauwacke i. Mörtel
Behauene Grauwacke in Mörtel
56.
60.
61.
65.
Fuss Fig. 143 u. 144
15.
11.
62.
71.
Darg
Zerschlagene Grauwacke in Mörtel
Kies u. Mörtel
Lehmschicht
Grauwacke in Lehm
Kalkstein in Mörtel
57.
64.
68.
68.
70.
72.
75.
45.
46.
gekrümmt
Mat
Fuss
65
66.
Kies in Mörtel
Kalkbruchst in Mörtel
dichter Lehm
Grosse Kalkstein in Mörtel
58.
Lehm mit Sand gemischt
52.
Moor
47.
50.
48.
51.
49.
55.
74.
Fuss Sommerweg
A Steinschlag
Pflaster
Material
67
55.
68.
70.
73.
75.
75.


Hoch Wasser Mulde
Brücke
Mulde
Hoch-Wasser
Ruhe mit Sitzbank
Vordere Ansicht des Gestelles
Weggeld-Einnehmer Wohnung
Unteres Sieb
Oberes Sieb
Sitz-Bänke
Stein
Holz
Sommer-Weg
preussische Meilensteine

Hutm

BSB Bayerische StaatsBibliothek
MDZ Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Kaven, August <<von>>,

Vorträge über Ingenieur-Wissenschaften an der polytechnischen Schule zu Hannover später: Vortraege über Eisenbahnbau an der Kgl. technischen Hochschule zu Aachen
Bd.: 1

Hannover 1862

4 A.hydr. 48 u-1
urn:nbn:de:bvb:12-bsb10048767-3